

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN
Meccanica e Scienze Avanzate dell’Ingegneria

Ciclo XXVII

Settore Concorsuale di afferenza: 09/C1

Settore Scientifico disciplinare: ING/IND09

**INTEGRAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI IN UNA
PROSPETTIVA DI ECONOMIA CIRCOLARE**

Presentata da: Ing. Ugo Mencherini

Coordinatore Dottorato

Prof. Ing. Vincenzo Parenti Castelli

Relatore

Prof. Ing. Michele Bianchi

Correlatore

Prof. Fabrizio Passarini

Esame finale anno 2016

*A mio nonno Ugo, partigiano decorato,
Eroe della Resistenza deceduto a Mauthausen.*

*Perché il suo esempio ravviva in me
ogni giorno il senso della rettitudine,
degli ideali, della tenacia di fronte agli ostacoli.
Perché da lui possa imparare la capacità di dare peso alle cose che contano.*

RINGRAZIAMENTI

Il ringraziamento più grande e sentito lo rivolgo ai miei genitori: mia madre Tiziana, donna minuta, straordinaria e generosa, con il cuore grande e le spalle larghe, e mio padre Oreste, scomparso dieci anni fa. Spero possiate essere orgogliosi di me.

Un grazie particolarmente sentito lo rivolgo ai Proff. Michele Bianchi e Fabrizio Passarini, docenti eccezionali che mi hanno seguito con infinita disponibilità, comprensione e competenza. Ora che questo lungo percorso è terminato, voglio dire loro che per me hanno rappresentato e rappresentano un modello non solo professionale, ma anche –e soprattutto– umano.

Ringrazio di cuore Gabriella Gualandi, un “capo” straordinario, che anche nei momenti di maggiore difficoltà mi ha sempre spronato ad andare avanti, prodigandosi per trovare un punto di contatto tra i contenuti del Dottorato e quelli del mio lavoro in Aster. Una fetta di questo lavoro è tua.

Grazie a Laura Cutaia e Claudia Scagliarino, con cui ho condiviso tre anni di “Simbiosi Industriale” e dalla cui esperienza ho potuto imparare tanto. Grazie anche ad Antonella ed Esmeralda, ottime ricercatrici, colleghe, ma soprattutto amiche.

Questo percorso si è concluso anche perché ho avuto la fortuna di essere accompagnato da persone che mi hanno dato tanto. Gli amici di una vita: Vittorio, Francesco, Paolo, Andrea. Il mio gruppo dello stadio, i CTB 2004, che negli ultimi mesi ho colpevolmente trascurato per scrivere questa tesi: siete la mia seconda famiglia, con voi e per voi andrei ovunque. Un grazie enorme, dal profondo, a Claudio, un fratello maggiore, un esempio, una delle persone più straordinarie e generose che io abbia avuto la fortuna di avere al mio fianco.

Anche se non mi conoscono, dico grazie, di cuore, a Joey Saputo e Joe Tacopina. In un momento non particolarmente semplice della mia vita, nella rinascita del Bologna ho visto in qualche modo anche la mia “rinascita” personale: grazie perché quello che mi avete dato è ben più di una semplice promozione in Serie A. E voglio ringraziare anche tutti quei “matti” che, come me, soffrono ogni domenica per il Bologna: aver condiviso insieme le tensioni - e le gioie - sportive ci lega molto più di quanto si possa immaginare.

Il mio pensiero, infine, a Martina. Per tutto quello che rappresenta, per tutto quello che mi ha dato, che mi dà, che mi darà, per tutto quello che voglio darle io. Per il percorso che ci attende, insieme.

INDICE

RINGRAZIAMENTI	4
INDICE.....	6
INTRODUZIONE	10
1. Premesse e contesto	10
2. Obiettivi del lavoro e metodologia	12
3. Struttura e contenuti della tesi.....	14
4. Risultati	16
CAPITOLO 1 - DALLO SVILUPPO SOSTENIBILE ALLA GREEN ECONOMY	19
1. La crisi energetica del 1973: il punto di partenza per un ripensamento sulla disponibilità di risorse del pianeta e sull'efficienza nel loro uso	19
2. I limiti alla crescita mondiale e la teoria dello sviluppo sostenibile: evoluzione e critiche al modello	23
2.1. Sviluppo sostenibile: definizione ed evoluzione del modello	23
2.2. Critiche al modello e riflessioni sugli sviluppi: l'alternativa rappresentata dalla "Teoria della Decrescita"	32
2.3. I "pilastri" dello Sviluppo Sostenibile.....	36
2.4. Sostenibilità debole e sostenibilità forte.....	41
2.5. Il contesto attuale e lo sviluppo sostenibile alla base della Conferenza sul Clima di Parigi (COP 21) del dicembre 2015: un approccio improntato alla sostenibilità forte	45
3. La declinazione della teoria dello sviluppo sostenibile in un modello economico: la Green Economy	48
3.1. La definizione di "Economia Verde"	48
3.2. L'ingresso del tema della Green Economy nelle agende politiche	49
3.3. I settori della Green Economy in cifre: investimenti, imprese e occupazione	52
3.4. L'applicazione della Green Economy ai sistemi industriali: il parallelismo con i sistemi naturali e l'introduzione dell'Ecologia Industriale.....	57
3.5. I principi e gli strumenti dell'Ecologia Industriale.....	61
4. Riepilogo.....	69
CAPITOLO 2 –ECONOMIA CIRCOLARE E SIMBIOSI INDUSTRIALE: MODELLI E STRUMENTI INNOVATIVI PER LA SOSTENIBILITÀ DEI PROCESSI PRODUTTIVI.....	72
1. Introduzione.....	72

2. Economia Circolare: il percorso e i contributi multidisciplinari verso il modello attuale	74
3. Economia Circolare: definizioni, principi, modello ideale, criticità e modello reale ...	83
3.1. Modello ideale.....	85
3.2. Modello reale e criticità.....	87
3.3. I principi operativi dell'Economia Circolare.....	92
4. Il contesto istituzionale e normativo	96
4.1. La Comunità Europea e l'Economia Circolare	96
4.2. La Regione Emilia-Romagna come laboratorio istituzionale: la prima Legge Regionale sull'Economia Circolare.....	105
5. La Simbiosi Industriale.....	109
5.1. Il legame con l'Economia Circolare.....	109
5.2. Evoluzione storica e attuale definizione della Simbiosi Industriale.....	112
5.3. Elementi peculiari dei modelli di Simbiosi Industriale: <i>hard features</i> e <i>soft features</i>	114
5.4. Condizioni al contorno per l'applicazione e il funzionamento di modelli di Simbiosi Industriale.....	117
6. Principali modelli di Simbiosi Industriale.....	122
6.1. Distretti di Simbiosi Industriale: il “Modello Kalundborg”	122
6.2. Reti per la Simbiosi Industriale	128
6.3. Ecosistemi di Simbiosi Industriale	132
 CAPITOLO 3 – APPLICAZIONE SPERIMENTALE PILOTA DI MODELLI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE IN EMILIA-ROMAGNA. GESTIONE INTEGRATA, SOSTENIBILE E INNOVATIVA DEI PROCESSI PRODUTTIVI, IN UN’OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE	 137
1. Introduzione: le premesse per l’attività sperimentale di Simbiosi Industriale, il contesto emiliano – romagnolo e i macro-obiettivi dell’attività	137
2. Studio preliminare: individuazione dell’area settoriale di interesse per l’attività pilota e scelta del modello di Simbiosi Industriale da applicare	143
2.1. Definizione della metodologia di analisi utilizzata per l’individuazione della filiera	143
2.2. Analisi del Segmento Upstream: la disponibilità di biomasse residuali in Emilia-Romagna	146
2.3. Analisi del tratto Segmento Downstream: il mercato della bioeconomia e dei materiali bioplastici	148
2.4. Analisi del Segmento Intermedio: le imprese di trasformazione e i laboratori di ricerca industriale dell’Emilia-Romagna	152
2.5. Analisi SWOT della filiera individuata.....	155
2.6. Analisi e scelta del modello di Simbiosi Industriale da applicare al caso pilota: “Rete di Simbiosi Industriale”	159

3. I partecipanti coinvolti nell'attività pilota sperimentale di Simbiosi Industriale e la segmentazione della filiera.....	161
4. Le macro-fasi dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale e di chiusura dei cicli produttivi.....	166
5. Dettaglio delle fasi dell'attività pilota.....	169
5.1. Analisi preliminare.....	169
5.2. Predisposizione della fase di raccolta dei dati: schede input, output e anagrafiche ...	170
5.3. Focus Group: presentazione della metodologia progettuale ai partecipanti e impostazione della fase di raccolta dei dati.....	174
5.4. Fase di raccolta, schematizzazione, analisi e invio dei dati ai laboratori	182
5.5. Contributo fornito dai laboratori in fase di elaborazione dei dati.....	186
5.6. Riepilogo, legenda e schematizzazione dei risultati.....	203
5.7. Preparazione dell'esercizio di simbiosi.....	210
5.8. Presentazione dei risultati ed "Esercizio di simbiosi".....	216
5.9. Elaborazioni dei dati a posteriori dell'Esercizio di simbiosi.....	224
6. Risultati della prima fase.....	233
6.1. Risultati quantitativi	233
6.2. Risultati qualitativi	234
7. Riepilogo del coinvolgimento dei partecipanti alla prima fase dell'attività sperimentale di Simbiosi Industriale e chiusura dei cicli produttivi	239
8. La seconda fase dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale: approfondimento delle principali sinergie	241
8.1. Introduzione	241
8.2. Selezione dei percorsi di simbiosi da approfondire.....	243
8.3. Struttura dei Manuali Operativi.....	244
8.4. Sintesi dei tre Manuali Operativi.....	249
8.5. Risultati della seconda fase dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale	261
9. Risultati complessivi dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale e conclusioni.....	264
 CAPITOLO 4 –ANALISI DEI FATTORI ABILITANTI E DELLE “CONDIZIONI AL CONTORNO” PER LA REALIZZAZIONE E LA REPLICABILITÀ DI MODELLI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE	 268
1. Introduzione.....	268
2. Analisi di altri progetti regionali per la chiusura dei cicli produttivi: individuazione di fattori critici e vincoli.....	270
2.1. Gli obiettivi dell'analisi e il contesto di realizzazione dei progetti	270
2.2. Approfondimento degli aspetti critici attraverso l'analisi di esperienze regionali	272
2.3. Risultati dell'analisi delle esperienze regionali.....	276

3. Analisi dei fattori che influenzano la replicabilità dei processi di Simbiosi Industriale	281
3.1. Introduzione e metodologia dell'analisi	281
3.2. I risultati della SWOT Analysis	283
4. Analisi di vincoli, opportunità e valori di “coesione territoriale” tramite la somministrazione di questionari alle imprese	287
4.1. Metodologia	287
4.2. Analisi delle risposte alla scheda “Simbiosi Industriale tra opportunità e ostacoli”	292
4.3. Analisi delle risposte alla scheda “Coesione Territoriale”	293
5. Riepilogo dei risultati e prossimi sviluppi	296
CONCLUSIONI	299
1. Riepilogo dell'attività e dei risultati	299
2. Innovazione rispetto all'esistente	301
3. Pubblicazioni scientifiche	302
4. Collaborazioni avviate in seguito all'attività sperimentale pilota	304
5. Sviluppi dell'attività	306
BIBLIOGRAFIA	309
INDICE DELLE FIGURE	321

INTRODUZIONE

Le motivazioni alla base di questo lavoro di dottorato sono costituite dalla volontà di analizzare e applicare modelli innovativi per il ri-uso e la valorizzazione di risorse e sottoprodotti all'interno di processi industriali, integrando e ottimizzando i processi industriali stessi, nell'ottica di contribuire alla diffusione della "Cultura della Sostenibilità" in Emilia-Romagna.

Lo studio si è concentrato su modelli di Economia Circolare e, in particolar modo, si è focalizzato sullo strumento della Simbiosi Industriale. In una seconda fase dell'attività di dottorato, questo è stato applicato sperimentalmente sul territorio regionale, nell'ambito di un progetto pilota finanziato da Unioncamere Emilia-Romagna e Aster, realizzato in collaborazione con ENEA UTTAMB e con il coinvolgimento dei laboratori della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna. L'ultima fase è consistita nell'analisi dei risultati dell'esperienza pilota, delle risposte delle imprese e dei centri di ricerca, e nell'analisi delle altre esperienze condotte in Italia in materia di simbiosi, al fine di individuare dei parametri che influiscono sull'applicabilità e sulla replicabilità di questi modelli.

1. Premesse e contesto

La crisi energetica e quella ambientale, connessa alla disponibilità e all'uso delle risorse del pianeta, sono problematiche al centro di un dibattito globale da quasi mezzo secolo. Nonostante ciò, per troppo tempo sono state affrontate in maniera non organica, sia da parte delle istituzioni sovranazionali che dei singoli Paesi.

Queste tematiche sono divenute ancora più pregnanti (e la ricerca di possibili soluzioni al riguardo, ancora più pressante) nell'ultimo decennio, in seguito alla deflagrazione di una crisi globale – economica e sociale – che ha intaccato i modelli di crescita e sviluppo conosciuti finora, ponendo di fronte agli occhi del mondo la necessità impellente di ridefinire politiche economiche, energetiche, produttive e ambientali, caratterizzandole con una maggiore sostenibilità complessiva.

La continua crescita della popolazione mondiale e il progressivo incremento (generalizzato, ma disomogeneo) degli standard di vita, infatti, hanno alimentato con ritmi esponenziali la domanda di energia, materie prime e beni di consumo.

Questo aumento di richieste si correla strettamente, in ragione dei modelli di sviluppo “lineari” seguiti finora (strutturati come segue: consumo di materie prime; produzione; generazione di rifiuti), alla disponibilità di risorse naturali del pianeta, sempre più ridotta, e a un drammatico incremento nella produzione di emissioni climalteranti, che continuano a nuocere irreversibilmente alla salubrità del già fragile ecosistema terrestre.

Per queste ragioni è ormai indispensabile applicare e diffondere modelli di sviluppo complessivamente più sostenibili, nel tentativo di arrestare il progressivo squilibrio venutosi a creare tra consumi e disponibilità, cercando al tempo stesso di ripristinare lo stato di salute degli ambienti naturali.

La teoria dello Sviluppo Sostenibile, introdotta alla fine degli anni '80, poi progressivamente affinata ed estesa, ha consentito di inquadrare il problema sia a livello scientifico che istituzionale, fornendo dei “canoni” per la definizione del concetto di sostenibilità.

La traduzione di questo modello complessivo in un modello economico reale (almeno sulla carta) si è avuta con l'ingresso all'interno delle agende politiche nazionali e sovranazionali della *Green Economy*, che prevede (secondo la definizione dell'UNEP) di “realizzare il miglioramento del benessere e dell'equità sociale, riducendo significativamente i rischi ambientali e le scarsità ecologiche”.

Dal 1992, anno in cui si è svolta la Conferenza di Rio e l'Economia Verde ha cominciato a essere citata all'interno di documenti di lavoro e strategie politiche, l'attenzione della comunità internazionale si è progressivamente spostata dagli aspetti prettamente ambientali (riduzione delle emissioni e degli effetti antropici sul clima e sull'ecosistema mondiale), verso tematiche legate in maggior misura alla sostenibilità dei processi produttivi e all'efficienza nell'uso delle risorse.

Questo approccio, particolarmente sentito dalla Comunità Europea (quasi completamente sprovvista di materie prime strategiche e dipendente dalle importazioni extra-UE per oltre il 70% del proprio fabbisogno), si declina nella cosiddetta Economia Circolare: un modello economico pensato per potersi rigenerare, nel quale i residui in uscita dai processi produttivi possono assumere un valore per altri processi produttivi.

L'Economia Circolare è promossa da numerosi documenti ufficiali della CE, a partire dalla strategia Europa2020, avviata nel 2010, fino ad arrivare al recente Pacchetto sull'Economia Circolare, adottato nel dicembre 2015. Anche a livello locale, nella nostra realtà territoriale, questo tema è particolarmente sentito: l'Emilia-Romagna, infatti, è stata

la prima Regione in Europa ad approvare una legge (L. R. 5 Ottobre 2015, n. 16) “a sostegno dell’Economia Circolare”.

Tra gli strumenti applicativi a sostegno di questo modello, uno dei più innovativi è quello della Simbiosi Industriale. Espressamente citata in numerosi documenti comunitari tra le buone pratiche utili ai fini del miglioramento nell’efficienza d’uso delle risorse e della riduzione nella produzione di rifiuti, dal 2014 è entrata anche nell’agenda regionale (in particolare, nella *Smart Specialisation Strategy* – S3 e nel Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti): un risultato ottenuto anche grazie all’attività sperimentale pilota svolta nel contesto di questo dottorato, che ha contribuito a far conoscere lo strumento della Simbiosi Industriale presso le istituzioni.

2. Obiettivi del lavoro e metodologia

Il presente lavoro di dottorato è stato svolto con il macro-obiettivo di contribuire alla diffusione di modelli di sostenibilità sul territorio regionale, con un particolare focus sul tema dell’efficienza d’uso delle risorse nei processi produttivi.

Questa finalità, di per sé generica, si è declinata in tre obiettivi più specifici:

- Analizzare il contesto comunitario e locale in materia di Sviluppo Sostenibile, *Green Economy* ed Economia Circolare (Capitolo 1).
- Analizzare e classificare i modelli di Economia Circolare e Simbiosi Industriale esistenti (Capitolo 2).
- Studiare il contesto territoriale e realizzare la prima applicazione di un modello di Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna (Capitolo 3).
- Studiare i risultati dell’esperienza pilota di Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna e delle altre esperienze di Economia Circolare in Emilia-Romagna e in Italia, al fine di individuare i parametri chiave che influenzano la diffusione e la replicabilità di questi modelli sul nostro territorio (Capitolo 4).

L’obiettivo finale del percorso è stato quello di portare all’attenzione delle istituzioni (Regione Emilia-Romagna, Province e, possibilmente, Comuni) e del mondo imprenditoriale l’esistenza di strumenti innovativi come quello della Simbiosi Industriale.

La metodologia con cui è stata condotta l'analisi del contesto comunitario si è basata sulla consultazione, sullo studio e sulla sintesi di documenti pubblici (politiche e strategie, comunicazioni della Commissione, approfondimenti presenti all'interno dei siti internet delle Direzioni Generali), relazioni e letteratura in materia.

L'analisi e la classificazione dei differenti modelli di Simbiosi Industriale è stata invece realizzata principalmente sulla base dello studio della letteratura scientifica, integrata anche in questo caso dalla ricerca e dall'analisi di documenti comunitari.

L'attività sperimentale è stata realizzata partendo da un'analisi del contesto territoriale, al fine di individuare il settore applicativo di maggiore interesse: questo studio è stato realizzato a partire dallo studio di report e documenti pubblici, oltre che mediante interviste e richieste di approfondimenti agli *stakeholder*. Il risultato è consistito nell'individuazione della filiera della valorizzazione dei sottoprodotti dell'industria agro-alimentare, con particolare riferimento alla trasformazione in materiali bioplastici ad alto valore aggiunto.

In una fase successiva è stato individuato, sulla base dell'analisi delle esperienze condotte all'estero e delle loro peculiarità, il modello di Simbiosi più adatto per essere replicato sul territorio regionale.

Sono quindi stati selezionati e coinvolti gli attori (imprese, laboratori, enti e istituzioni) di interesse per lo sviluppo dell'attività sperimentale pilota: tale selezione è stata realizzata mediante un'analisi delle loro competenze in materia o della loro appartenenza alla filiera precedentemente individuata.

La fase operativa dell'attività sperimentale pilota ha visto il coinvolgimento anche di ENEA UTTAMB e si è ripartita in due segmenti. Nel corso del primo segmento di attività, la metodologia applicata ha previsto una fase di raccolta dati dai partecipanti, mediante un Focus Group, quindi l'analisi, la codifica (per ragioni di riservatezza) e la sintesi di tali informazioni, al fine di individuare potenziali percorsi di simbiosi tra i partecipanti. Tali possibili interazioni sono quindi state presentate alle imprese del progetto: a queste ultime, infine, è stato chiesto l'interesse a darne realizzazione pratica.

Nel secondo segmento di attività, tre macro-filiere di simbiosi sono state approfondite al fine di individuarne le criticità. La metodologia di questa fase ha previsto la selezione delle filiere sulla base di criteri di rilevanza e numerosità dei partecipanti, la raccolta di ulteriori dati presso le imprese e i laboratori coinvolti, quindi l'individuazione e la sintesi dei documenti utili (normative, standard tecnici, ecc.) al fine di agevolare la realizzazione pratica delle filiere.

La fase di diffusione dei risultati è avvenuta mediante la realizzazione di pubblicazioni scientifiche, pubblicazioni divulgative e con l'organizzazione di due convegni, aperti al pubblico ed estremamente partecipati.

L'ultima fase ha riguardato l'analisi delle esperienze di simbiosi e di Economia Circolare condotte in Emilia-Romagna e in Italia, in termini di risultati e partecipazione delle imprese e delle istituzioni. Le esperienze prese in considerazione sono state: l'attività pilota di Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna, il progetto CSA della Provincia di Rimini, il *placement* svolto presso la società International Synergies e in collaborazione con l'Università di Bologna nell'ambito del programma Pioneers Into Practice della Climate-KIC, il Progetto Eco-Innovazione Sicilia realizzato da ENEA. L'analisi ha riguardato i risultati raggiunti e le risposte delle imprese (nel caso dell'attività pilota emiliano-romagnola, anche attraverso un questionario somministrato *ad hoc*), al fine di individuare i fattori che influenzano l'applicabilità e la replicabilità dei modelli di simbiosi nel contesto italiano. Sempre nel corso di questa attività sono state realizzate anche delle analisi SWOT, al fine di schematizzare i risultati, e delle analisi mirate a definire l'evoluzione dei network relazionali in seguito allo sviluppo dell'attività di simbiosi.

3. Struttura e contenuti della tesi

La tesi è stata suddivisa in tre capitoli, costruiti come segue.

- Capitolo 1: intitolato “Dallo Sviluppo Sostenibile alla Green Economy”, introduce la problematica della sostenibilità, partendo dai riferimenti storici (la Crisi Energetica del 1973, paragrafo 1) per arrivare all'introduzione della teoria dello Sviluppo Sostenibile, dettagliata in termini di definizioni, evoluzione storica, pilastri, interpretazioni e critiche al modello (paragrafo 2).
L'applicazione di tale teoria in un modello economico, la *Green Economy*, è stata descritta all'interno del paragrafo 3, in termini di definizione, ruolo nelle agende politiche, numeri (mercato delle imprese *green* a livello mondiale, italiano ed emiliano – romagnolo), fino ad arrivare agli strumenti applicativi: tra questi, anche la Simbiosi Industriale.
- Capitolo 2: intitolato “Economia Circolare e Simbiosi Industriale: modelli e strumenti innovativi per la sostenibilità dei processi produttivi”, introduce e

dettaglia il concetto di Economia Circolare, a partire dalla sua attuale definizione, ottenuta come risultato dell'integrazione dei contributi di molteplici discipline (paragrafi 1 e 2). Successivamente viene data la definizione attuale, sono descritti il modello circolare ideale e il modello circolare reale e i principi operativi alla base di questa teoria (paragrafo 3). Nel paragrafo 4 è invece dettagliato il contesto istituzionale e normativo, sia europeo che regionale. La seconda parte del Capitolo, invece, è dedicata alla Simbiosi Industriale, intesa come strumento applicativo dell'Economia Circolare. La simbiosi è prima descritta in termini di legame con il modello circolare e di basi teoriche (capitolo 5), poi tramite i principali modelli applicativi attualmente esistenti (capitolo 6).

- Capitolo 3: intitolato “Applicazione sperimentale pilota di modelli di simbiosi industriale in Emilia-Romagna. Gestione integrata, sostenibile e innovativa dei processi produttivi, in un’ottica di economia circolare”, descrive la genesi dell’interesse nei confronti del tema della sostenibilità, dell'Economia Circolare e della Simbiosi Industriale, nonché il contesto regionale (paragrafo 1).

Successivamente si trova lo studio preliminare realizzato per individuare la filiera settoriale di interesse e il modello di Simbiosi Industriale più idoneo a essere applicato in Emilia-Romagna: la sintesi di queste valutazioni è riportata all'interno di un'analisi SWOT (paragrafo 2).

La fase di selezione e coinvolgimento dei partecipanti, suddivisi in Segmenti, è riportata all'interno del paragrafo 3; nel paragrafo 4 è riportata la metodologia scelta per lo sviluppo dell'attività sperimentale e la distribuzione temporale delle fasi del progetto.

Il paragrafo 5 contiene il dettaglio delle attività realizzate nel corso della prima parte del progetto pilota, esplicitate e descritte singolarmente. I risultati (quantitativi e anche qualitativi) di questa prima fase sono riassunti all'interno del paragrafo 6, mentre il riepilogo del coinvolgimento dei partecipanti è riportato nel paragrafo 7.

La seconda parte dell'attività pilota, consistente nella selezione delle filiere ritenute di maggiore interesse (in base a criteri di numerosità e rilevanza), nel loro approfondimento e nella redazione di un Manuale Operativo per ciascuna di esse, è riportata all'interno del paragrafo 8, in cui i tre Manuali sono stati anche sintetizzati nei loro aspetti principali.

I risultati quantitativi e qualitativi dell'attività sperimentale pilota sono infine sintetizzati all'interno del paragrafo 9.

- Capitolo 4: intitolato “Analisi dei fattori abilitanti, delle criticità e delle “condizioni al contorno” per la realizzazione e la replicabilità di modelli di Simbiosi Industriale”, ha l’obiettivo di descrivere e riepilogare le analisi condotte sulle esperienze di Economia Circolare e simbiosi realizzate in Emilia-Romagna e in Italia, al fine di individuare i parametri che influenzano la diffusione e la replicabilità di questi modelli sul territorio italiano. Il capitolo comprende un introduzione, in cui sono riepilogate le pubblicazioni scientifiche derivate da questa analisi e realizzate nel corso dell’attività di dottorato. All’interno del paragrafo 2 è riportata l’analisi delle altre esperienze regionali per la chiusura dei cicli produttivi (attività pilota sperimentale di simbiosi, Progetto CSA, Pioneers Into Practice), avente l’obiettivo di individuare i fattori critici e i vincoli. Nel paragrafo 3 è contenuta invece l’analisi SWOT relativa ai fattori che influenzano la replicabilità di processi di Simbiosi Industriale. Il paragrafo 4, infine, contiene l’analisi dei vincoli, delle opportunità e dei valori di “coesione territoriale” conseguente alla somministrazione di questionari alle imprese partecipanti all’attività pilota di Simbiosi Industriale. Nell’ultimo paragrafo, tutte le analisi di questo capitolo sono riepilogate e vengono definiti i prossimi step dell’attività.

4. Risultati

Il lavoro di dottorato descritto all'interno di questa tesi e, in particolare, l'attività sperimentale pilota realizzata in Emilia-Romagna hanno contribuito a diffondere, in un contesto territoriale di per sé favorevole, l'attenzione nei confronti del tema della sostenibilità. In particolare, lo strumento della Simbiosi Industriale, grazie al lavoro svolto anche in termini di coinvolgimento del mondo imprenditoriale e istituzionale, ha suscitato grande interesse. Tra i risultati principali va sicuramente citato l'inserimento della simbiosi all'interno delle *Smart Specialization Strategy* – S3 dell'Emilia-Romagna e nel Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti. Sempre in seguito alla sensibilizzazione avvenuta su questo tema, la Regione (per mezzo del Servizio Rifiuti) ha anche deciso di partecipare a un progetto europeo inerente la tematica della Simbiosi Industriale.

A fianco dei macro-risultati qualitativi, l'attività sperimentale pilota ha portato anche a risultati quantitativi: sono state coinvolte complessivamente 13 imprese, 7 laboratori, 2 enti istituzionali, sono stati individuati 49 potenziali percorsi di simbiosi e 90 potenziali sinergie e sono stati redatti 3 Manuali Operativi.

L'attività pilota sul tema della Simbiosi Industriale ha consentito anche di attivare numerosi contatti con imprese e istituzioni del territorio, con cui la collaborazione prosegue tuttora.

A questi risultati vanno infine aggiunti anche quelli legati alla produzione scientifica connessa all'attività sperimentale pilota sulla simbiosi: nel complesso sono state realizzate 13 pubblicazioni scientifiche e 1 pubblicazione divulgativa.

Va sottolineato che, al fianco dei risultati ottenuti, l'attività realizzata ha consentito anche di individuare delle criticità, da non sottovalutare nell'ottica di estendere l'applicazione della Simbiosi Industriale sul territorio. Le analisi sviluppate hanno riguardato sia l'attività pilota sperimentale condotta nell'ambito di questo dottorato, che altre esperienze realizzate in Emilia-Romagna e in Italia.

Tramite la realizzazione di analisi SWOT, analisi di questionari sottoposti alle imprese partecipanti all'attività pilota sperimentale di simbiosi e valutazione di valori di "coesione territoriale", è stato così possibile individuare i principali fattori che influenzano la fattibilità, diffusione e replicabilità di modelli di Simbiosi Industriale in Italia.

Tra le criticità va sottolineata in primis la complessità del quadro normativo, che spesso scoraggia le imprese dall'approcciare nuove modalità di gestione dei propri sottoprodotti. Altro aspetto chiave è anche quello culturale: l'attività svolta ha evidenziato la necessità di lavorare per sensibilizzare mondo delle imprese a collaborare di più con il mondo della ricerca industriale, ma non solo. Le imprese devono infatti vincere la naturale reticenza a condividere con altri soggetti imprenditoriali informazioni riservate (ma non sensibili) relative ai propri flussi di materia o energia, al fine di poter realizzare processi di simbiosi di mutuo vantaggio.

Solo lavorando su questi aspetti sarà possibile diffondere efficacemente e con profitto strumenti come quello della Simbiosi Industriale sul territorio emiliano - romagnolo e su quello italiano. Per farlo è però richiesto anche un coinvolgimento forte delle istituzioni, che dovranno garantire il necessario *commitment* in materia di sostenibilità dei processi produttivi, lavorando per semplificare il più possibile il contesto normativo, garantendo alle imprese informazioni semplici, chiare e facilmente reperibili in materia di riuso e valorizzazione di rifiuti, residui e sottoprodotti.

CAPITOLO 1 - DALLO SVILUPPO SOSTENIBILE ALLA GREEN ECONOMY

1. La crisi energetica del 1973: il punto di partenza per un ripensamento sulla disponibilità di risorse del pianeta e sull'efficienza nel loro uso

Nel 1973 una grave crisi energetica, dovuta all'improvvisa e inaspettata interruzione del flusso dell'approvvigionamento di petrolio proveniente dai Paesi arabi (Iran, Iraq, Kuwait, Libia, Qatar, Arabia Saudita ed Emirati Arabi Uniti) appartenenti all'Organizzazione dei paesi esportatori di petrolio (OPEC), scosse l'economia mondiale. A seguito della guerra scoppiata tra Israele e una coalizione di Paesi arabi, questi ultimi decisero infatti di diminuire in misura significativa le esportazioni di petrolio verso l'Occidente, aumentandone parallelamente il prezzo, al fine di esercitare pressione sugli Stati Uniti e l'Europa in favore della causa araba e palestinese (Petrini, 2012).

Molto probabilmente, però, le ragioni di questo comportamento non furono solo politiche, ma anche economiche: i Paesi maggiori produttori di petrolio decisero infatti che era venuto il momento di prendere il controllo della produzione del greggio e della gestione dei prezzi relativi alle esportazioni dello stesso dai loro paesi. Fino a quel momento, del resto, il petrolio era stato prodotto e immesso sul mercato da società petrolifere (multinazionali) sotto il controllo occidentale: queste, gestendone il mercato, ne avevano ridotto gradualmente il prezzo, rendendo man mano di nessun valore le *stock option* che i governi arabi avevano precedentemente acquistato (Liberti, 2007).

Per i Paesi produttori, insomma, era venuto il momento di prendere in mano la situazione: la “guerra del Kippur” tra Israele, Egitto e Siria sembrò perciò rappresentare un ottimo pretesto.

In seguito alla decisione unilaterale dei Paesi esportatori di petrolio, quindi, diverse nazioni energeticamente dipendenti dalle importazioni di questa materia prima dal Medio Oriente si trovarono ad affrontare una grave crisi, in primis finanziaria. L'aumento del costo del petrolio, infatti, ebbe un doppio effetto: il primo, diretto, con la conseguenza di aumentare i costi legati alla produzione dell'energia; il secondo, indiretto, determinò un significativo aumento dell'inflazione¹.

¹ Negli Stati Uniti, l'inflazione passò dal 2% di inizio 1973 al 14% di fine 1975. In Germania, nello stesso periodo, aumentò dal 5% al 7,5% (Fagnani, 2008).

I valori del barile di greggio arrivarono a triplicare, se non addirittura quadruplicare, rispetto a quelli precedenti il conflitto, come si può osservare in Figura 1, ripresa dal report “Statistical Review of World Energy 2015” (BP p.l.c., 2015). Negli Stati Uniti, ad esempio, il prezzo al gallone passò da trenta centesimi a un dollaro, ma gli aumenti corrispondenti in altri Paesi furono anche più significativi (Hamilton, 2011).

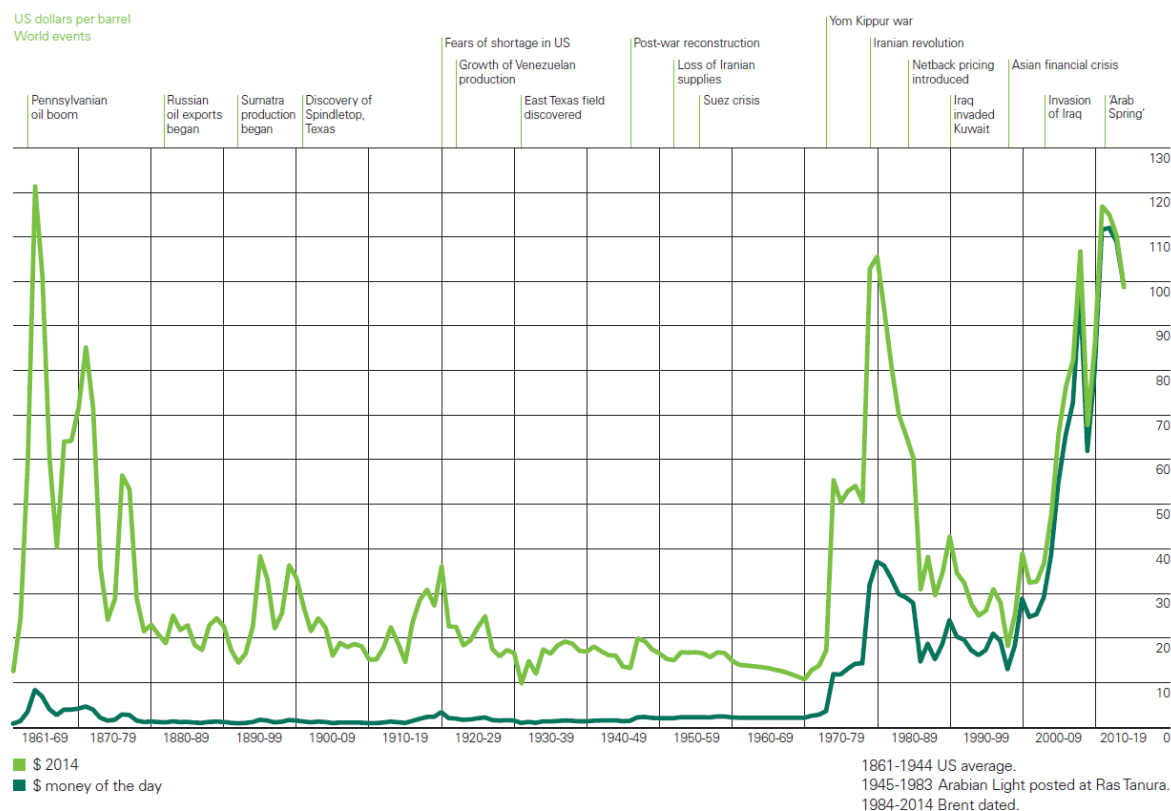


Figura 1: Andamento del prezzo del barile di petrolio, in dollari americani, nel periodo 1861-2015, in funzione degli eventi storici e delle crisi energetiche. Immagine ripresa dal report BP “Statistical Review of World Energy 2015” (BP p.l.c., 2015)

La risposta di numerose nazioni alla crisi energetica ed economica del 1973 consistette nell’adozione e nell’applicazione di politiche di austerità. Furono così intraprese misure drastiche al fine di limitare il consumo di petrolio, razionalizzare l’uso dell’energia e cercare nuove fonti di approvvigionamento alternative. L’attenzione si spostò verso l’energia nucleare e furono costruite nuove stazioni petrolifere nel Mare del Nord, con il primo beneficio per le economie della Scozia e della Norvegia. In Germania fu proibito l’uso dell’automobile di domenica, e furono sostenuti investimenti per il risparmio di energia, grazie alla costruzione di case termicamente isolate e al riconoscimento di incentivi per l’utilizzo di catalizzatori nelle automobili. In parallelo, si aggiunse anche la nuova tassazione sulla vendita della benzina, misura fortemente voluta dai governi europei:

la percentuale si assestò sul 75%, riuscendo così a determinare una situazione di profitto pur di fronte alla crisi (Liberti, 2007). Maggiori difficoltà ad affrontare la situazione di crisi le ebbero invece i paesi socialisti dell'Europa Centrale e Orientale: molti governi si ridussero a una politica che prevedeva la vendita di numerosi *asset* sui mercati occidentali, anche al di sotto del loro valore di mercato, pur di ottenere valuta occidentale (meno soggetta a inflazione), mentre gli approvvigionamenti nei mercati nazionali si ridussero velocemente.

In Italia, il governo presieduto dal Presidente del Consiglio Mariano Rumor varò un piano nazionale di “austerità economica” finalizzata alla riduzione dei consumi e al risparmio energetico (Pellizzari, 2010): tra le misure adottate, sono ricordate in particolar modo il divieto di circolare in auto la domenica, la fine anticipata dei programmi televisivi, la riduzione dell'illuminazione stradale e commerciale. Insieme a questi provvedimenti con effetti immediati, il governo impostò anche una riforma energetica complessiva, decidendo la costruzione (da parte dell'Enel) di centrali nucleari, al fine di limitare l'uso del greggio e aumentare la differenziazione dell'approvvigionamento energetico.

Nel complesso, le misure anti-spreco ebbero comunque il successo sperato: il consumo del petrolio decrebbe notevolmente, in particolar modo in Europa Occidentale, dove il consumo pro-capite si assestò su posizioni notevolmente inferiori rispetto agli Stati Uniti. La crisi di petrolio e l'afflusso di grandi capitali nelle casse dei paesi dell'OPEC segnarono in ogni caso la fine della rapida crescita economica che aveva caratterizzato gli anni '50 e '60. Dopo questa crisi, l'economia continuò a crescere, ma con percentuali notevolmente inferiori rispetto al florido, recente passato, mentre la piena occupazione restava una questione del passato e l'inflazione saliva lenta.

Se da un lato, quindi, la crisi petrolifera ebbe un forte impatto negativo sulla crescita economica globale, dall'altro lato rappresentò (in primis per l'Occidente) anche la prima importante occasione (seppur determinata da fattori esterni e non da una “maturazione” interna) di riflessione su temi quali l'efficienza d'uso delle risorse e delle materie prime, il risparmio e il recupero energetico, la dipendenza energetica dall'estero, la differenziazione del paniere energetico e il ruolo delle fonti rinnovabili, che per la prima volta vennero prese seriamente in considerazione quali alternativa ai combustibili fossili.

Fu in seguito a questa condizione di crisi energetica ed economica che i Paesi occidentali cominciarono a interrogarsi riguardo ai fondamenti della civiltà industriale e al

problematico rapporto con le limitate risorse disponibili sul nostro pianeta. Non era cioè più possibile pensare a una crescita “infinita”, stimolata da una disponibilità altrettanto “infinita” di materie prime ed energia: la popolazione mondiale era aumentata di 4 volte e il prodotto economico di 40 volte, l’uso di combustibili fossili di 16 volte, la pesca di 35 volte e l’uso di acqua di 9 volte (Potočnik, 2010). Un ritmo assolutamente insostenibile per il nostro pianeta: e a ciò si aggiunse la consapevolezza che la disponibilità di risorse naturali condiziona fortemente le economie dei paesi². Per la prima volta, la comunità mondiale prese consapevolezza del fatto che il modo di utilizzo delle risorse, sia rinnovabili che non rinnovabili, e la velocità di sfruttamento delle risorse non rinnovabili, stavano rapidamente erodendo la capacità del nostro pianeta di rigenerarle e di preservare le ricchezze e i benefici dispensati dalla natura, che costituiscono il fondamento della nostra prosperità.

² In questo ambito il concetto di risorse naturali si intende in un senso molto ampio, che comprende non soltanto le materie prime come i minerali, ma anche la biomassa e le risorse biologiche, i “comparti ambientali” aria, acqua e suolo, lo spazio fisico (superficie terrestre). Sia che queste risorse vengano utilizzate per fabbricare prodotti o come ricettori (“pozzi”) che assorbono le emissioni (suolo, aria e corpi idrici), esse sono essenziali per il funzionamento dell’economia e la qualità della nostra vita.

2. I limiti alla crescita mondiale e la teoria dello sviluppo sostenibile: evoluzione e critiche al modello

2.1. Sviluppo sostenibile: definizione ed evoluzione del modello

In parallelo a queste riflessioni, legate in primis a istituzioni e governi, anche il mondo scientifico nello stesso periodo cominciò ad affrontare in maniera organica e sempre più diffusa analoghe questioni.

Nel 1972, infatti, era stato pubblicato, ad opera di alcuni studiosi del Massachusetts Institute of Technology, il rapporto sui “Limiti dello sviluppo”, commissionato dal Club di Roma³ (Meadows, 1972). Tale rapporto riportava i risultati di una simulazione delle interazioni tra macro-fattori quali popolazione mondiale, industrializzazione, inquinamento, produzione alimentare e consumo di risorse, nell’ipotesi che questi stessero tutti crescendo esponenzialmente con il tempo. Dalla simulazione veniva messo in evidenza per la prima volta che la crescita produttiva illimitata, seguendo cioè l’approccio “lineare” finora conosciuto, avrebbe portato in un tempo ridotto al consumo delle risorse energetiche e ambientali del pianeta.

Il rapporto, però, identificava anche uno scenario alternativo: la definizione di un tipo di evoluzione sociale ed economica che non avrebbe portato al totale consumo delle risorse del pianeta. Per la prima volta veniva introdotto il concetto dello “sviluppo sostenibile”.

Fino ad allora, infatti, l’economia e i processi produttivi mondiali avevano seguito, come detto, un modello prettamente lineare e basato su tre step: creare, utilizzare e smaltire. L’aspetto centrale, cioè, era sempre stato la produttività del lavoro: ciò determinava di conseguenza la necessità di mantenere un elevato tenore dei consumi al fine di garantirla. Per ottenere questo risultato e mantenere elevati i consumi, il modello lineare prevede la cosiddetta “obsolescenza programmata” dei prodotti⁴: terminato il consumo termina anche

³ Associazione non governativa avente come finalità quella di agire da catalizzatore dei cambiamenti globali. Il Club è un’organizzazione indipendente senza scopo di lucro. Le attività del Club “consistono nell’affrontare le cause dei problemi e delle crisi del mondo dei giorni nostri. Il Club si costituisce come una piattaforma che riunisce docenti universitari, scienziati, politici, professionisti e membri della società civile, per progettare, sviluppare e realizzare strategie efficaci su una vasta gamma di questioni globali interconnesse. Tali questioni comprendono la sostenibilità ambientale, la crescita economica, il consumo di risorse, la pace, la sicurezza e la demografia. Il Segretariato internazionale del Club si trova a Winterthur, in Svizzera” (Club of Rome, 2011).

⁴ L’obsolescenza programmata o pianificata (in inglese: planned o built-in obsolescence) in economia industriale è una strategia volta a definire il ciclo vitale (la durata) di un prodotto in modo da renderne la vita utile limitata a un periodo prefissato. Il prodotto diventa così inservibile dopo un certo tempo, oppure diventa semplicemente obsoleto agli occhi dei possessori in confronto a nuovi modelli che appaiono più moderni, seppur poco o per nulla migliori dal punto di vista funzionale. Quando l’unico accorgimento preso per rendere obsoleto un prodotto prima del tempo è la pubblicità si può parlare di obsolescenza percepita o simbolica.

il ciclo del prodotto, che diventa rifiuto, costringendo la catena economica a riprendere continuamente lo stesso schema: estrazione, produzione, consumo, smaltimento.

Sebbene fosse stato introdotto anche dalla comunità scientifica e già percepito da parte di quella istituzionale, risultarono necessari diversi anni prima che il tema dei limiti connessi alla crescita e dello sviluppo sostenibile divenisse di dominio globale e istituzionale. La prima definizione strutturata e condivisa a livello mondiale di sviluppo sostenibile, comprensiva di una visione globale del problema, fu infatti esplicitata a livello istituzionale solo nel 1991 dalla World Conservation Union (UN Environment Programme and World Wide Fund for Nature). Nel documento prodotto dalla commissione venne infatti definita come “un miglioramento della qualità della vita, senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi di supporto, dai quali essa dipende” (World Conservation Union WCU, 1991).

Pochi anni prima, nel 1987, il Rapporto Brundtland (dal nome della presidente della Commissione Europea, la norvegese Gro Harlem Brundtland), poi ripreso dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo dell'ONU (World Commission on Environment and Development, WCED), aveva provato a contestualizzare il tema, affermando che: “Lo sviluppo economico sostenibile, lungi dall'essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto un processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali”. In parole povere, lo sviluppo sostenibile veniva inteso come “quella particolare condizione che consente la soddisfazione dei bisogni delle generazioni attuali, senza compromettere il benessere di quelle future” (World Commission on Environment and Development, 1987). Interpretando quella definizione, possiamo dire che tale processo, quindi, lega in un rapporto di interdipendenza la tutela e la valorizzazione delle risorse naturali alla dimensione economica, sociale e istituzionale, al fine di soddisfare i bisogni delle attuali generazioni, evitando di compromettere la capacità di quelle future di soddisfare i propri. In questo senso la sostenibilità dello sviluppo è incompatibile con il degrado del patrimonio e delle risorse naturali (che di fatto sono esauribili), ma anche con la violazione della dignità e della libertà umana, con la povertà e il declino economico, con il mancato riconoscimento dei diritti e delle pari opportunità.

Nel Rapporto Brundtland, cioè, veniva introdotta per la prima volta la cosiddetta regola dell'equilibrio delle tre “E”, che dovrebbero regolare contemporaneamente i processi di sviluppo e crescita: Ecologia, Equità, Economia.

In parallelo, nel documento veniva enfatizzata la tutela dei bisogni di tutti gli individui, in un'ottica di legittimità universale ad aspirare a migliori condizioni di vita. Analogamente, veniva sottolineata la necessità e l'importanza di una maggiore partecipazione dei cittadini, per attuare un processo effettivamente democratico che contribuisse al processo decisionale posto in atto a livello internazionale: “Lo sviluppo sostenibile impone di soddisfare i bisogni fondamentali di tutti e di estendere a tutti la possibilità di attuare le proprie aspirazioni a una vita migliore (...). Il soddisfacimento di bisogni essenziali esige non solo una nuova era di crescita economica per nazioni in cui la maggioranza degli abitanti siano poveri, ma anche la garanzia che tali poveri abbiano la loro giusta parte delle risorse necessarie a sostenere tale crescita. Una siffatta equità dovrebbe essere coadiuvata sia da sistemi politici che assicurino l'effettiva partecipazione dei cittadini nel processo decisionale, sia da una maggior democrazia a livello delle scelte internazionali”(World Commission on Environment and Development, 1987).

A posteriori, si può affermare che, nonostante questa dichiarazione sintetizzi alcuni aspetti importanti del rapporto tra sviluppo economico, equità sociale e rispetto dell'ambiente, purtroppo non può però essere resa operativa. Tale definizione, infatti, parte da una visione antropocentrica: al centro della questione non è tanto l'ecosistema (e quindi la sopravvivenza e il benessere di tutte le specie viventi), ma le generazioni umane. Ecco perché attualmente il mondo scientifico concorda rispetto al fatto che la sola definizione che può essere resa operativa è quella che considera lo sviluppo sostenibile come un processo socio-ecologico caratterizzato da un comportamento mirato alla ricerca dell'ideale rispetto dell'ecosistema (Ardeni, 2009).

Tornando al processo di avvicinamento all'attuale definizione di sviluppo sostenibile, sempre nel 1991 l'economista Herman Daly⁵ contribuì al dibattito, spiegando il tema come “lo svilupparsi mantenendosi entro la capacità di carico degli ecosistemi” (Daly H. E., 1991). All'interno del suo lavoro, Daly introdusse per la prima volta alcune condizioni generali che dovrebbero garantire la sostenibilità dell'uso delle risorse naturali da parte dell'uomo:

- Il peso dell'impatto antropico sui sistemi naturali non deve superare la capacità di carico della natura.

⁵ Herman Daly (1938) è un economista statunitense, professore presso il Dipartimento di politiche pubbliche dell'Università del Maryland. In precedenza ha lavorato per il Dipartimento Ambientale della Banca Mondiale, dove ha contribuito a sviluppare la guida di riferimento alla politica dello sviluppo sostenibile.

- Il tasso di utilizzo delle risorse rinnovabili non deve essere superiore alla loro velocità di rigenerazione.
- L'immissione di sostanze inquinanti e di scorie non deve superare la capacità di assorbimento dell'ambiente.
- Il prelievo di risorse non rinnovabili deve essere compensato dalla produzione di una pari quantità di risorse rinnovabili, in grado di sostituirle.

Tale definizione introdusse di conseguenza anche il concetto di “equilibrio auspicabile” tra uomo ed ecosistema: questo approccio doveva gettare le basi per la ridefinizione di un paradigma produttivo, sociale ed economico secondo cui il consumo di una determinata risorsa non dovrebbe superare la sua produzione nello stesso periodo.

Un anno dopo, nel giugno del 1992, nella Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro (Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, 2015), i paesi partecipanti diedero vita a 5 basilari documenti:

- Dichiarazione di Rio de Janeiro su Ambiente e Sviluppo: definisce in 27 principi diritti e responsabilità delle nazioni nei riguardi dello sviluppo sostenibile;
- Dichiarazione dei principi per la gestione sostenibile delle foreste: sancisce il diritto degli Stati di utilizzare le foreste secondo le proprie necessità, senza ledere i principi di conservazione e sviluppo delle stesse;
- Convenzione quadro sui cambiamenti climatici: pone obblighi di carattere generale miranti a contenere e stabilizzare la produzione di gas che contribuiscono all'effetto serra;
- Convenzione quadro sulla Biodiversità: ha l'obiettivo di tutelare le specie nei loro habitat naturali e riabilitare quelle in via di estinzione;
- L'Agenda 21: pone lo sviluppo sostenibile come una prospettiva da perseguire per tutti i popoli del mondo.

Di fondamentale importanza furono la Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo, volta a definire i diritti, le responsabilità e i doveri universali delle nazioni in materia di Sviluppo Sostenibile, e l'Agenda 21, all'interno della quale si evince che lo Sviluppo Sostenibile debba essere una prospettiva da perseguire per tutti i popoli.

Nel 1994, anche l'International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) fornì un'ulteriore definizione di sviluppo sostenibile, inteso come lo “sviluppo che offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare

l'operabilità dei sistemi naturali, edificato e sociale da cui dipende la fornitura di tali servizi”(ICLEI, 1994). Ancora una volta si sottolineava il fatto che le dimensioni economiche, sociali e ambientali dello sviluppo e della crescita sono strettamente correlate e ogni intervento di programmazione deve tenere conto delle reciproche interrelazioni. In quest’ottica, potremmo dire che lo sviluppo deve fornire elementi ecologici e sociali, offrendo opportunità economiche a tutti gli abitanti di una comunità, senza creare una minaccia alla vitalità del sistema naturale, urbano e sociale che da queste opportunità dipendono.

Negli anni successivi assunsero grande rilievo la conferenza di Kyoto del 1997 (il cui protocollo è entrato ufficialmente in vigore il 16 febbraio 2005) e la III Conferenza Europea sulle Città sostenibili svoltasi nel 2000 ad Hannover, nel corso della quale le Autorità locali di 32 paesi europei si incontrarono per un bilancio sui risultati conseguiti in materia di sviluppo sostenibile e per concordare una comune linea d’azione nei futuri sviluppi.

Nel 2001 la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) ampliò ulteriormente il concetto di sviluppo sostenibile, introducendo un altro parametro da tenere in considerazione. Nel documento di lavoro prodotto dalla commissione si affermava infatti che “la diversità culturale è necessaria per l’umanità quanto la biodiversità per la natura. La diversità culturale è una delle radici dello sviluppo, inteso non solo come crescita economica, ma anche come un mezzo per condurre una esistenza più soddisfacente sul piano intellettuale, emozionale, morale e spirituale” (UNESCO, 2001). In questa visione, la diversità culturale (che deve essere garantita dal ruolo delle istituzioni) diventa il quarto pilastro dello sviluppo sostenibile, accanto al tradizionale equilibrio delle tre E precedentemente citato: Ecologia, Equità, Economia.

Negli anni successivi, dopo la Conferenza di Johannesburg del 2002 (Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, 2015) e quella di Aalborg del 2004, a Bruxelles fu presentata la “Strategia europea per lo sviluppo sostenibile 2006” (Consiglio Europeo, 2006). Il Consiglio Europeo adottò una strategia ambiziosa, globale e rinnovata per lo sviluppo sostenibile all’interno del quale furono individuati punti di fondamentale interesse come: cambiamenti climatici ed energia pulita, consumo e produzione sostenibili, conservazione e gestione delle risorse naturali e povertà mondiale e sfide dello sviluppo.

In tempi più recenti, le conferenze sul tema si sono susseguite, affrontando il tema dello sviluppo sostenibile dal punto di vista di aspetti fondamentali quali il clima, le emissioni di gas, l'effetto serra e il “*global warming*” (riscaldamento globale). Mentre ai tempi del rapporto “I limiti dello sviluppo”, infatti, i tratti salienti del problema riguardavano l'esauribilità dei materiali non rinnovabili (innanzitutto il petrolio), con la presa di coscienza dei cambiamenti climatici globali l'enfasi attualmente viene posta anche e soprattutto sul controllo delle emissioni di gas climalteranti. A Rio, di conseguenza, è stato adottato lo UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change⁶) da cui l'impegno nei negoziati all'interno della IPCC (International Panel on Climate Change⁷) e le varie COP (Conferenze delle Parti; di quella del 2015 si parla nel paragrafo 2.5). Il 10 dicembre 2010 si è concluso il vertice di Cancun⁸, con l'adozione da parte di circa 200 paesi di un accordo che prevede una serie di meccanismi per combattere il cambiamento climatico, tra cui un fondo (Green Climate Fund) per aiutare i paesi in via di sviluppo nel contrasto al cambiamento climatico e nella promozione delle energie pulite. Tra gli obiettivi dell'accordo vi è quello di limitare l'aumento della temperatura globale a non più di 2°C e a questo scopo sono previsti ulteriori tagli alle emissioni di gas serra (riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera, rispetto a quelle di trent'anni prima, dal 25% al 40%).

Attualmente, organizzazioni internazionali come l'ONU, l'OCSE e la FAO hanno avviato programmi di ricerca sulle attività e sui prodotti considerati più pericolosi e, in conseguenza dell'allargamento dei mercati, hanno promosso convenzioni internazionali, che hanno coinvolto numerose nazioni di tutto il mondo, per limitare le une e gli altri. In particolare l'OCSE, in campo ambientale e di sviluppo sostenibile, ha realizzato numerose attività, dalla Convenzione di Basilea del 1989 sul controllo dei movimenti transfrontalieri di rifiuti pericolosi e il loro smaltimento, allo sviluppo e adozione nei primi anni '90 del modello di indicatori ambientali PSR (*Pressure State Response*), fino alla Convenzione di Stoccolma sugli inquinanti organici persistenti, entrata in vigore nel 2004.

⁶ La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (in inglese United Nations Framework Convention on Climate Change, da cui UNFCCC o anche FCCC) è un trattato ambientale internazionale, avente l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas climalteranti, pur non essendo un documento vincolante.

⁷ Il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (o Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) è il foro scientifico formato nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite, l'Organizzazione meteorologica mondiale (WMO) e il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP), allo scopo di studiare il riscaldamento globale.

⁸ Sedicesima Conferenza delle Parti (COP) della Convenzione delle NU sui cambiamenti climatici e sesta Conferenza delle Parti del Protocollo di Kyoto (CMP), svoltasi a Cancun, Messico, 29/11/2010 - 10/12/2010.

Di seguito, in Figura 2, è stata realizzata una rappresentazione grafica in cui sono riassunti e schematizzati alcuni dei principali passaggi storici che hanno portato alla definizione del modello di Sviluppo Sostenibile nella sua forma attuale.



Figura 2: Elaborazione realizzata per schematizzare alcuni dei principali passaggi che hanno portato all'attuale definizione del concetto di Sviluppo Sostenibile

Come si può notare, dalla fine degli anni '80 a oggi il tema della sostenibilità nell'uso delle risorse del pianeta è diventato progressivamente sempre più centrale, richiamando l'attenzione e l'interesse di istituzioni sovranazionali, governi e mondo della ricerca, ampliandosi sempre più, anche nell'ottica di rispondere alle molteplici esigenze connesse a un mondo sempre più complesso. Questo dibattito ha favorito inoltre la nascita di approcci multidisciplinari, sia nelle iniziative politiche che nella ricerca.

In tempi più recenti, anche il mondo imprenditoriale è stato attivamente coinvolto (non più solo con un ruolo passivo, dovuto alla necessità di accogliere "imposizioni" legate a normative nazionali o sovranazionali) in questo dibattito, come dimostra la progressiva evoluzione dei modelli organizzativi e aziendali, che stanno recependo con forte attenzione il tema dello sviluppo sostenibile. Di seguito sono riportati alcuni contenuti relativi all'accezione di sviluppo sostenibile riguardante il mondo imprenditoriale anche in

relazione all'importanza che ha rivestito proprio questo settore nella realizzazione dell'attività pilota sulla simbiosi industriale.

La revisione realizzata nel 2009 della norma ISO 9004 (intitolata "Linea guida per il miglioramento delle prestazioni", secondo la precedente revisione del 2000), da decenni il riferimento internazionale per i Sistemi di gestione per la qualità in ambito aziendale e non, ha infatti introdotto il tema del "successo sostenibile", considerato un aspetto centrale della vita economica e sociale.

In particolare, all'interno della nuova revisione (attualmente in vigore), il "successo sostenibile" viene definito come "la capacità di un'organizzazione o di un'attività di mantenere e sviluppare le proprie prestazioni nel lungo periodo"; questo obiettivo viene perseguito attraverso il monitoraggio di rischi, opportunità, cambiamenti e andamenti dell'ambiente esterno e tramite la maturazione della vocazione a imparare, cambiare e innovare, per affrontare con successo i cambiamenti. Tutto questo deve essere realizzato bilanciando gli interessi economico-finanziari con quelli socio-ambientali: si può quindi notare l'analogia, in scala più ridotta, con le definizioni precedentemente citate di sostenibilità (UNI, 2009).

La necessità di integrare aspetti trasversali rispetto al convenzionale cuore delle attività di un'impresa, rendendo "favorevoli all'organizzazione" gli individui, le comunità e le altre organizzazioni che influiscono sulle operazioni dell'azienda (cioè l'intero contesto di riferimento), si spiega con la necessità di diminuire le minacce alla continuità del proprio business. Questo però non significa che la sostenibilità dipenda solo dal fatto che i portatori d'interesse siano sempre soddisfatti. La realtà di tutti i giorni vede le parti interessate interagire con l'organizzazione, che non sempre riesce o vuole capire tutte le istanze presentate. Inoltre, quando l'organizzazione cerca di interpretare gli stimoli ricevuti, spesso risponde con strumenti non adeguati. Il risultato è che, il più delle volte, nessuno stakeholder può dirsi completamente soddisfatto. L'azienda sostenibile, quindi, deve cercare di interpretare i bisogni di tutte le parti, di farle dialogare e di arrivare alla comprensione e alla soddisfazione reciproca, aumentando in questo modo l'aspettativa di vita dell'impresa.

Questo approccio deve quindi diventare un imperativo strategico di un'organizzazione, perché è rivolto all'intero contesto di riferimento (alla realtà economica, sociale, amministrativa e politica con cui l'organizzazione interagisce).

Riassumendo, perseguire un successo sostenibile implica, anche dal punto di vista di un'azienda e, in generale, del mondo imprenditoriale, saper rispondere a una gamma di

esigenze e aspettative spesso conflittuali: da un lato si trovano gli aspetti convenzionali del business (come la qualità dei prodotti, i profitti, la probità finanziaria, i requisiti cogenti, la sicurezza delle informazioni), che si devono conciliare con l'impatto ambientale, la salute e la sicurezza sul luogo di lavoro, l'etica e la responsabilità sociale dell'impresa. Di fatto, viene replicata l'esigenza di conciliare aspetti diversi (ma ritenuti complementari tra loro) nell'ottica di una sostenibilità "più elevata".

2.2. Critiche al modello e riflessioni sugli sviluppi: l'alternativa rappresentata dalla "Teoria della Decrescita"

Per quanto sempre più condiviso, bisogna però specificare che il concetto di sviluppo sostenibile finora descritto non trova unicamente consensi: aspre critiche a questo modello arrivano da economisti come Serge Latouche⁹, Mauro Bonaiuti¹⁰, Maurizio Pallante¹¹ e in generale dai molteplici e differenti movimenti che si riconoscono nella cosiddetta "Teoria della Decrescita". Alla base di questo approccio, infatti, c'è l'idea che sia impossibile ipotizzare uno sviluppo economico basato su continui incrementi di produzione di beni (merci) e in sintonia con la preservazione dell'ambiente. Questo concetto viene ritenuto particolarmente realistico e adattabile nel caso delle società occidentali che, seguendo il modello precedentemente definito di sviluppo sostenibile, si trovano ora di fronte al paradossale problema di dover consumare più del necessario pur di non scalfire la crescita dell'economia di mercato, con numerose conseguenze negative: la persistenza nel sovrasfruttamento delle risorse naturali, l'aumento del quantitativo di rifiuti prodotti, la mercificazione dei beni.

Il tutto, a modo di vedere dei teorici della decrescita, non è quindi compatibile con le esigenze di sostenibilità ambientale: sulla base di queste premesse, lo sviluppo sostenibile è ritenuto una teoria superata, in ogni caso non più applicabile alle moderne economie mondiali (Ardeni, 2009), in quanto fautore di un approccio troppo "blando" al problema dell'uso delle risorse. Nel complesso, la Teoria della Decrescita si può quindi pensare come un manifesto volto a portare l'attenzione verso la necessità e l'urgenza di un "cambio di paradigma" per arrivare a un'inversione di tendenza rispetto al modello dominante della

⁹ Serge Latouche (1940) economista e filosofo francese, è professore emerito di Scienze economiche all'Università di Parigi XI e all'Institut d'études du développement économique et social (IEDES) di Parigi.

¹⁰ Mauro Bonaiuti (1962) economista italiano, è professore a contratto di Finanza Etica e Microcredito presso l'Università di Torino.

¹¹ Maurizio Pallante (1947) saggista italiano, è il fondatore del Movimento per la Decrescita Felice.

crescita, basato su una produzione sovrabbondante di merci e sul loro rapido consumo. Se si ritiene che la spina dorsale della civiltà occidentale risieda nella produzione materiale di beni e nella massimizzazione del profitto secondo il modello di economia di mercato, parlare di decrescita, quindi, significa immaginare non solo un nuovo tipo di economia, ma anche un nuovo tipo di società.

La Teoria della Decrescita invita dunque a una messa in discussione dei principali aspetti di natura socio-economica, al fine di renderli compatibili con la sostenibilità ecologica, un rapporto armonico uomo-natura, la giustizia sociale e l'autogoverno dei territori, restituendo una possibilità di futuro a una civiltà che, secondo i teorici della decrescita, tenderebbe a un futuro non sostenibile.

In Figura 3 sono sintetizzati (e semplificati) graficamente i differenti punti focali presi in considerazione dalle teorie dello sviluppo sostenibile e della decrescita, rispetto al modello lineare convenzionale, con riferimento unicamente al processo produttivo. Si evidenzia il fatto che la teoria dello sviluppo sostenibile si concentra prevalentemente sull'aspetto della sostenibilità e dell'efficienza d'uso delle risorse, mantenendo però sostanzialmente invariati i consumi.

La teoria della decrescita invece prevede una contrazione dell'intero processo, a partire dai consumi, con delle conseguenze evidentemente maggiori anche rispetto al consumo di risorse e alla generazione di rifiuti.

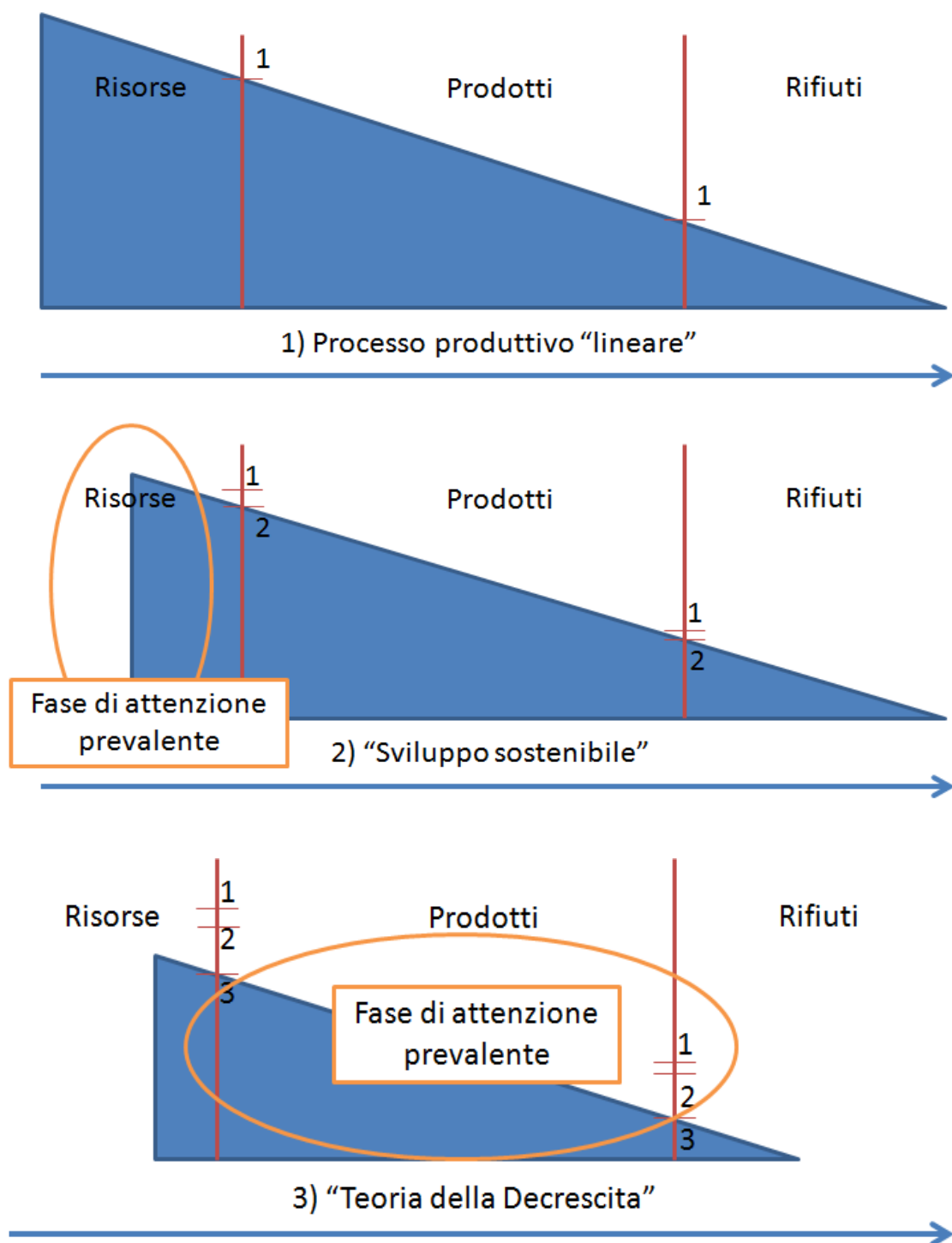


Figura 3: sintesi grafica realizzata per schematizzare le differenti fasi di attenzione prevalente relative alle teorie dello sviluppo sostenibile e della decrescita, considerando unicamente gli aspetti legati al processo produttivo

Va sottolineato che la riflessione rispetto alla necessità di cambiare il modello di sviluppo è maturata, soprattutto negli ultimi anni, in un contesto mondiale di accelerazione degli scambi e delle interrelazioni economiche internazionali, in parallelo a un'accelerazione del degrado ambientale e dei cambiamenti climatici. A tal proposito, per citare uno dei testi di riferimento in materia ("Che cos'è lo sviluppo sostenibile", di Tiezzi e Marchettini, 1999):

“il nostro modo di vivere, di consumare, di comportarsi, decide la velocità del degrado entropico (misura dello stato del disordine di un sistema), la velocità con cui viene dissipata l’energia utile e il periodo di sopravvivenza della specie umana. Si arriva così al concetto di sostenibilità, intesa come l’insieme di relazioni tra le attività umane la loro dinamica e la biosfera, con le sue dinamiche, generalmente più lente. Queste relazioni devono essere tali di permettere alla vita umana di continuare, agli individui di soddisfare i loro bisogni e alle diverse culture umane di svilupparsi, ma in modo tale che le variazioni apportate alla natura dalle attività umane stiano entro certi limiti così da non distruggere il contesto biofisico globale. Se riusciremo ad arrivare a un’economia da equilibrio sostenibile come indicato da Herman Daly, le future generazioni potranno avere almeno le stesse opportunità che la nostra generazione ha avuto: è un rapporto tra economia ed ecologia, in gran parte ancora da costruire, che passa dalla strada dell’equilibrio sostenibile. Giorgio Nebbia conclude il suo saggio (“Lo sviluppo sostenibile”, Edizioni Cultura della Pace, Firenze 1991) con un’importante osservazione: “Occorre avviare un grande movimento di liberazione per sconfiggere le ingiustizie fra gli esseri umani e con la natura, una nuova protesta per la sopravvivenza capace di farci passare dalla ideologia della crescita a quella dello sviluppo. Nessuno ci salverà se non le nostre mani, il nostro senso di responsabilità verso le generazioni future, verso il “prossimo del futuro” di cui non conosceremo mai il volto, ma cui la vita, la cui felicità dipendono da quello che noi faremo o non faremo domani e nei decenni futuri. La costruzione di uno sviluppo sostenibile e la pace si conquistano soltanto con la giustizia nell’uso dei beni della Terra, unica nostra casa comune nello spazio, con una giustizia planetaria per un uomo planetario. Senza giustizia nell’uso dei beni comuni della casa comune, del pianeta Terra, non ci sarà mai pace”” (Tiezzi & Marchettini, 1999).

Negli ultimi due decenni, perciò, per citare il Professor Ardeni, “si è reso necessario trovare nuovi equilibri tra funzioni pubbliche e funzioni private, tra stato e mercato, riconoscendone i rispettivi limiti. Il riconoscimento dei limiti della gestione statale monopolistica di alcune attività economiche (energia e telecomunicazioni), con la loro privatizzazione e liberalizzazione, ha consentito servizi più efficienti e competitivi. Il riconoscimento dei limiti del mercato nella gestione delle risorse ambientali, con l’impiego di strumenti normativi e economici da parte dello stato, ha consentito così di ridurre drasticamente le emissioni inquinanti” (Ardeni, 2009).

Tenuto conto di queste premesse e di questo contesto, la sostenibilità può quindi essere intesa anche come un nuovo concetto e strumento per affermare valori che sviluppano

nuove prospettive per un nuovo “patto costituzionale” (Ardeni, 2009), che coinvolga, come riportato in precedenza, non solo aspetti ambientali ed economici, ma anche istituzionali e politici. Ciò “implica la riconsiderazione e la rinegoziazione delle relazioni fra molteplici livelli decisionali e dimensioni di intervento. Data l’enorme complessità dei sistemi normativi e il gran numero di istituzioni e individui coinvolti nella negoziazione, questo processo comporterà molto tempo. “Sostenibilità” non è soltanto un termine scientifico ma anche e soprattutto politico. Esso ha acquisito importanza in un particolare momento storico come risposta a problemi specifici. La sua utilità politica sta essenzialmente nella sua attualità e flessibilità, nella sua capacità di acquisire consenso e, allo stesso tempo, di mutare percezioni e valori” (Ardeni, 2009).

Per riassumere, si può quindi ribadire che l’approccio legato alla sostenibilità e allo sviluppo sostenibile, evolutosi nel tempo, non ha incontrato solo riscontri positivi, ma anche critiche forti, legate alla sua capacità di incidere in un mondo i cui sistemi economici e produttivi sono fortemente radicati. Proprio per questa ragione, diventa di fondamentale importanza il coinvolgimento della politica e delle istituzioni, in grado di recepire e applicare “dall’alto” gli input provenienti, in primis, “dal basso”: studiosi, cittadini, abitanti del mondo che chiedono che siano applicati modelli più equi, sostenibili e in grado di garantire una prospettiva di vita soddisfacente anche alle generazioni future.

2.3. I “pilastri” dello Sviluppo Sostenibile

Come riportato nel paragrafo precedente, la definizione di sviluppo sostenibile si è evoluta nel tempo, allargandosi progressivamente fino a comprendere delle componenti e degli aspetti legati non solo alle esigenze ambientali, ma anche a quelle di natura economica, sociale e, infine, istituzionale e culturale.

Questa evoluzione è naturale, sia perché connessa a un progressivo incremento della sensibilità nei confronti della tematica, ma anche e soprattutto perché la sostenibilità non è da intendersi come una condizione o una visione immutabile, ma piuttosto come un processo continuo e in sviluppo progressivo.

Di seguito, in Figura 4 e Figura 5, è riportata l’evoluzione dei pilastri alla base dello sviluppo sostenibile (“pillars”, secondo la definizione del Rapporto Brutland) dal 1987 al 2001, anno in cui l’UNESCO ha coniato l’ultima definizione unanimemente riconosciuta.

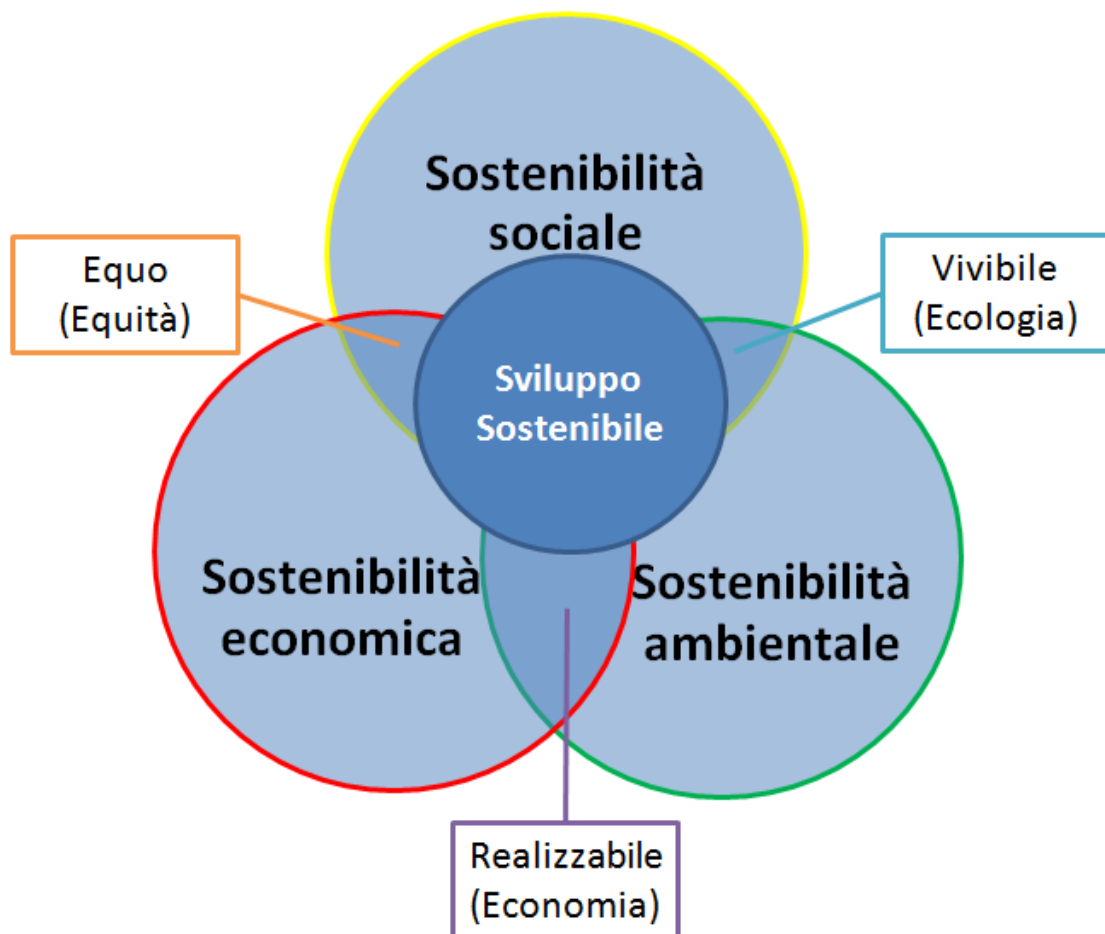


Figura 4: Elaborazione, realizzata a partire dalla definizione del Rapporto Brutland e dalla “Regola delle 3 E: Ecologia, Equità, Economia” (World Commission on Environment and Development, 1987), rappresentativa delle tre dimensioni su cui poggia la sostenibilità dello sviluppo secondo la definizione del 1987

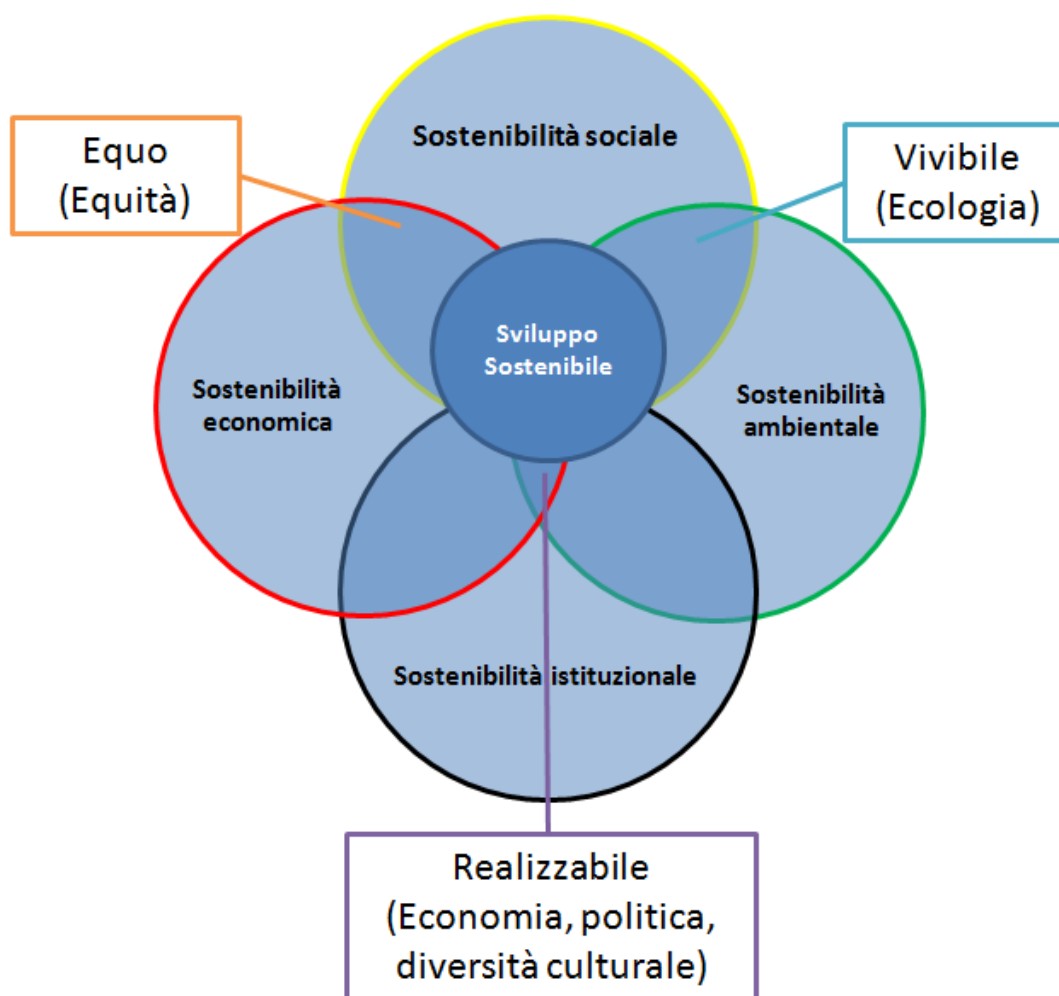


Figura 5: Elaborazione rappresentativa delle quattro dimensioni su cui poggia la sostenibilità dello sviluppo, realizzata a partire dalla definizione dell'UNESCO (UNESCO, 2001), in cui alla “Regola delle 3 E: Ecologia, Equità, Economia” citata in Figura 4, si aggiunge il quarto pilastro Istituzionale, che dovrebbe garantire il rispetto delle tematiche legate alla diversità culturale

Di seguito i quattro pilastri alla base del concetto di sviluppo sostenibile sono analizzati più nel dettaglio.

- **Sostenibilità ambientale:** è la capacità di preservare nel tempo le tre funzioni dell'ambiente, cioè di essere fornitore di risorse, ricettore di rifiuti e fonte diretta di utilità. All'interno di un sistema territoriale, per sostenibilità ambientale si intende la capacità di valorizzare l'ambiente in quanto “elemento distintivo” del territorio, garantendo al contempo la tutela e il rinnovamento delle risorse naturali e del patrimonio. Più in generale, si può intendere come la capacità di mantenere la qualità e la riproducibilità delle risorse naturali. Dal punto di vista dell'impresa sostenibile, questo pilastro si traduce nel controllare il consumo delle risorse rinnovabili, limitare l'uso di risorse non rinnovabili, ridurre l'inquinamento e ridurre l'effetto delle catastrofi e dei disastri di natura ambientale. Questo obiettivo si raggiunge attraverso

processi di efficientamento ed eco-efficientamento dei prodotti e dei processi, e con l'applicazione di metodi di analisi del ciclo di vita dei prodotti.

- **Sostenibilità economica:** è la capacità di un sistema economico di generare una crescita duratura degli indicatori economici e di prestazione. In particolare, tra questi indicatori viene ritenuta di centrale importanza la capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento delle popolazioni. All'interno di un sistema territoriale, per sostenibilità economica si intende la capacità di produrre e mantenere all'interno del territorio il massimo del valore aggiunto¹², combinando efficacemente le risorse al fine di valorizzare la specificità dei prodotti e dei servizi territoriali. Dal punto di vista dell'impresa sostenibile, questo pilastro si traduce nella capacità di generare reddito e occupazione, conservare il capitale produttivo, migliorare la competitività e la capacità innovativa, sempre agendo secondo le logiche di mercato. Questo avviene puntando sulla formazione dei dipendenti, sull'attenzione per l'impatto non solo economico, ma anche sociale, realizzando investimenti sociali e garantendo l'etica del proprio business.
- **Sostenibilità sociale:** è la capacità di garantire condizioni di benessere agli esseri umani (espresse in termini di sicurezza, salute e istruzione) equamente distribuite per classi e per genere. All'interno di un sistema territoriale, per sostenibilità sociale si intende la capacità dei soggetti di intervenire insieme, efficacemente, in base a una stessa concezione del progetto, incoraggiata da una concertazione tra i vari livelli istituzionali. Dal punto di vista dell'impresa sostenibile, questo pilastro si traduce nel promuovere salute e sicurezza dei lavoratori, garantire la formazione, lo sviluppo e l'identità del singolo, promuovere cultura, valori e risorse sociali, promuovere solidarietà all'interno e tra le generazioni. Ciò può essere raggiunto assicurando la soddisfazione dei dipendenti, il rispetto delle norme sul lavoro e il dialogo all'interno della struttura.
- **Sostenibilità istituzionale:** è la capacità di assicurare condizioni di stabilità, democrazia, partecipazione e giustizia. Dal punto di vista dell'impresa sostenibile, questo obiettivo può essere raggiunto assicurando il rispetto delle diversità, dei diritti umani, nonché favorendo il dialogo nella comunità. Quest'ultimo pilastro, inserito nella definizione del 2001, prevede chiaramente un ruolo preponderante delle

¹² Differenza fra il valore della produzione di beni e servizi e i costi sostenuti da parte delle singole unità produttive per l'acquisto di input produttivi, a essa necessari, presso altre aziende. Esso rappresenta quindi il valore che i fattori produttivi utilizzati dall'impresa, capitale e lavoro, hanno 'aggiunto' agli input acquistati dall'esterno, in modo da ottenere una data produzione (Economic Value Added, EVA) (De Novellis, 2012).

istituzioni, con la finalità di rendere realizzabile un processo di sviluppo che rispetti le diversità culturali e sociali.

Queste quattro dimensioni, quindi, sono strettamente interrelate tra loro da una molteplicità di connessioni e, pertanto, non devono essere considerate come elementi indipendenti, ma devono essere analizzate in una visione sistemica, quali elementi che insieme contribuiscono al raggiungimento di un fine comune. Ciò significa che ogni intervento di programmazione deve tenere conto delle reciproche interrelazioni.

Nel caso in cui le scelte di pianificazione privilegino solo una o due delle sue dimensioni non si verifica uno sviluppo sostenibile: lo sviluppo sostenibile è dato solo dalla sussistenza contemporanea dei quattro pilastri, quindi nel grafico corrisponde all'area identificata dall'intersezione di queste quattro componenti.

Per tutte queste ragioni, il concetto di sviluppo sostenibile si delinea come un principio non più solo economico, quanto come un principio etico e politico in primis, che implica che le dinamiche economiche e sociali delle moderne economie siano compatibili con il miglioramento delle condizioni di vita, con il rispetto delle culture e delle società esistenti e con la capacità delle risorse naturali di riprodursi in maniera indefinita.

In virtù di tali considerazioni, è quindi ragionevole rappresentare la sostenibilità dello sviluppo come un processo trasversale che attraversa sistemi diversi: quello economico, che esiste all'interno di quello sociale (e in accordo a esso deve svilupparsi), a sua volta contenuto all'interno del sistema ambientale. Questo approccio “a cerchi concentrici” è rappresentato in Figura 6.

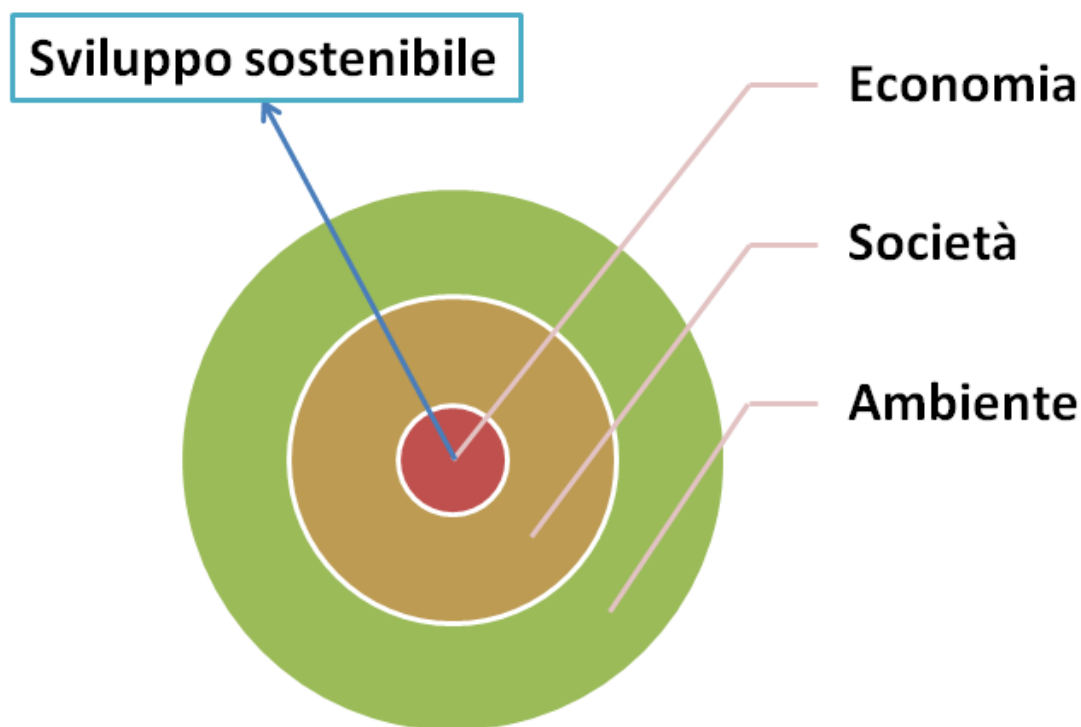


Figura 6: Rappresentazione realizzata per schematizzare il modello di sostenibilità “a cerchi concentrici”

2.4. Sostenibilità debole e sostenibilità forte

Benché la necessità di muoversi verso un approccio di sviluppo sostenibile sia ormai accettata quasi unanimemente, il modo di intendere la sostenibilità e di impostare le strategie per raggiungere gli obiettivi a essa connessi, variano molto, soprattutto in base all'accesso alle risorse. I Paesi più avanzati economicamente tendono infatti a mantenere i loro consumi elevati, come detto in precedenza, pur cercando di limitare gli sprechi e i danni ambientali; i Paesi economicamente svantaggiati vorrebbero invece che i consumi delle nazioni più progredite venissero ridotti, in un'ottica di redistribuzione più equa dell'accesso alle risorse.

Queste differenti interpretazioni, legate alla differenza di considerazione per le variabili integrate nei processi di sviluppo e all'interpretazione delle responsabilità nei confronti delle generazioni attuali e future, si possono riassumere in due macro-orientamenti:

- Sostenibilità debole;
- Sostenibilità forte.

Queste definizioni sono state coniate per la prima volta dall'economista statunitense Herman Daly e si originano a partire dall'importanza (o meno) attribuita alla

conservazione del capitale e alla fiducia (o sfiducia) circa la sua riproducibilità. Vengono utilizzate per apportare delle soluzioni riguardanti i problemi di sostenibilità in relazione allo sviluppo economico del territorio.

Secondo la definizione di Daly della sostenibilità debole, è possibile sostituire le risorse naturali (il cosiddetto “capitale naturale”) con un capitale prodotto dall’uomo, se ciò porta a un aumento del valore totale del sistema e –soprattutto– a patto che nel lungo periodo lo stock di risorse naturali sia almeno costante. Secondo questo approccio alla sostenibilità, ogni generazione potrebbe impoverire gli ambienti naturali, purché compensi tale degrado accrescendo il valore e la qualità dell’ambiente prodotto artificialmente (intendendo con questo ogni opera prodotta dall’uomo: ambienti urbani, coltivazioni, ecc.).

Questa definizione è stata successivamente integrata da Turner, secondo cui la distruzione a fini produttivi di capitale naturale è ammessa a patto che “questa perdita sia compensata con l’aumento dello stock di strade e di macchinari, o di altro capitale (fisico) prodotto dall’uomo. In alternativa, è possibile trasferire meno strade e meno industrie a condizione di prevedere una compensazione basata su una quantità maggiore di zone umide, di boschi, o di istruzione” (Turner, 1996).

La sostenibilità debole, quindi, afferma che è possibile sostituire le risorse naturali, se ciò porta ad un aumento del valore totale del sistema, a patto che nel lungo periodo lo stock di risorse naturali sia almeno costante. Ad esempio, è possibile realizzare costruzioni e impianti, a patto che una quota simile di capacità biologica sia riprodotta: ciò può essere ottenuto progettando case che garantiscano un bilancio energetico positivo; oppure compensare il consumo di energie fossili, che sono finite, incrementando la quantità di risorse energetiche rinnovabili, ad esempio per mezzo della riforestazione.

In tal senso la sostenibilità debole fa riferimento alle leggi di mercato, le quali tendenzialmente dovrebbero scoraggiare l’uso di risorse naturali grazie all’aumento del loro prezzo a causa della crescente scarsità. Ovviamente la “debolezza” della consuetudine dovrebbe essere rafforzata da sistemi di valutazione, cioè da metodi e strumenti comparativi tra il valore di quanto prodotto dall’uomo e i valori dei beni naturali.

A questo tipo di approccio si contrappone l’idea di una cosiddetta sostenibilità forte, che afferma la infungibilità delle risorse naturali poiché esse sono parte insostituibile del patrimonio a disposizione; al loro degrado non c’è rimedio e quindi non sono sostituibili neanche dall’incremento di altri valori, come quelli sociali o economici. Questo tipo di sostenibilità ritiene che si debba lasciare alle generazioni future l’intera disponibilità di capitale naturale, che non può essere artificialmente sostituito dall’uomo. Secondo questo

approccio di sostenibilità, quindi, l'obiettivo principale diventa il mantenimento di un determinato livello di capitale naturale preesistente, mediante una funzione di complementarità tra capitale naturale e capitale prodotto.

In quest'ottica, il capitale naturale non è più un semplice serbatoio a cui attingere, ma un complesso di sistemi che espletano, tramite una delicata rete di equilibri, una molteplicità di funzioni: prima tra tutte il supporto dell'esistenza umana. Come afferma Herman Daly, "l'ambiente naturale e il capitale prodotto dall'uomo più che sostituti sono complementari: che ne sarebbe dei pescherecci senza popolazioni ittiche? O delle segherie senza foreste?" (Daly H. , 1996).

Così se storicamente il fattore limitante lo sviluppo è stato il capitale sociale, nel mondo contemporaneo è la risorsa naturale a diventare rapidamente il fattore in grado di limitare lo sviluppo: per questo motivo si lavora al fine di risparmiare o di riciclare. Al tempo stesso, risulta quindi lecito consumare risorse fintanto che non si eccedano le capacità di ripristinarle. Da queste considerazioni deriva l'ampio sviluppo promosso dalle organizzazioni internazionali sugli indicatori, ovvero sui "campanelli di allarme" che dovrebbero permettere al decisore di capire quando tale soglia viene oltrepassata e come agire di conseguenza.

All'interno della comunità scientifica e istituzionale, però, questo approccio è divenuto preponderante, e progressivamente ampliato: il presupposto è quello della complementarità tra capitale umano e capitale naturale: ciascuna componente dello stock va mantenuta costante, poiché la produzione dell'uno dipende dalla disponibilità dell'altro (Neumayer, 2003).

Non è ammissibile perciò un utilizzo sregolato delle risorse naturali, in quanto esse non sono sostituibili come quelle umane, ma il loro depauperamento dà luogo nella maggior parte dei casi a processi irreversibili (ad esempio, l'estinzione di specie animali) o reversibili, ma solo in un lunghissimo periodo, non coincidente con i tempi umani (ad esempio, il processo di rimboschimento di foreste).

I modelli di sviluppo sostenibile devono perciò contemplare politiche di tutela e salvaguardia delle risorse naturali, che vanno gestite razionalmente, temperando l'esigenza di sviluppo socio-economico con quella di rispetto dell'ecosistema.

All'interno del concetto di sostenibilità forte occorre poi identificare anche un'accezione dello stesso ancora più restrittiva: è la cosiddetta sostenibilità molto forte. Questa, partendo dalle considerazioni riportate in precedenza, presenta in aggiunta una serie di vincoli che devono essere imposti a garanzia di alcune funzioni ambientali. In questo approccio, in

generale, si sostiene che sia necessaria la conservazione del capitale naturale basandosi anche su un ideale di giustizia.

Le principali caratteristiche degli approcci di sostenibilità debole e sostenibilità forte sono riportati in Figura 7.

Sostenibilità debole	Sostenibilità forte
Salvaguardia del capitale totale	Salvaguardia del capitale naturale
Risorse naturali sostituibili con risorse fisiche	Risorse naturali complementari a quelle sociali e fisiche
Tutela di specie campione	Conservazione di una ricca biodiversità
Sviluppo economico	Sviluppo qualitativo complessivo
Equilibrio tra economia ed ecologia	I limiti ecologici determinano l'attività economica
Il principio di precauzione è definito dall'impresa e la comunità sostiene il rischio	Ciò che rappresenta un pericolo è definito dalla comunità ed è l'impresa ad assumerne i costi
E' il mercato a definire come sostituire il patrimonio naturale con il costruito, il prodotto, la tecnologia	Sono l'etica e i limiti biofisici a definire le opportunità di sostituire le risorse naturali
Analisi costi-benefici	Analisi costi-efficacia
Impatto ambientale su singoli progetti	Impatto ambientale su programmi
Creatività	Nuova tecnologia
Implementazione della tecnologia	Sviluppo della ricerca
Crescita economica come strumento per equilibrare i livelli di benessere	Trasferimento dei redditi ai paesi poveri come strumento di bilanciamento
Mantenere lo stock di risorse attuali da lasciare in eredità alle future generazioni	Aumentare le risorse da lasciare in eredità alle future generazioni
Indicatori di flusso	Indicatori di soglia

Figura 7: Schematizzazione realizzata per sintetizzare le principali differenze tra i due differenti approcci alla sostenibilità, sostenibilità debole e sostenibilità forte

I due approcci presentano differenze sostanziali negli obiettivi e nelle tempistiche:

- Il sostanziale appiattimento di valore tra natura e benessere, presupposto della sostenibilità debole, sviluppa una forte attenzione per i paesi in via di sviluppo, per i problemi sociali, per un'umanità attualmente sofferente e dalle condizioni indifferibili. Si afferma che è lo sviluppo economico la chiave per diminuire la pressione demografica e ambientale; così nelle agende internazionali alla biodiversità o al cambiamento climatico sono anteposti i problemi di inquinamento dell'acqua e dell'aria, l'erosione del suolo, lo sradicamento della povertà. Al

contempo barattare la qualità ambientale con la speranza del benessere può riproporre il pericolo di un nuovo colonialismo.

- La politica di sostenibilità forte di molti paesi tende invece a porre come priorità l'investimento sulle nuove tecnologie e su nuovi brevetti che possano aiutare a contrastare la velocità dei processi di degrado ambientale, proponendo nuove soluzioni e differenti utilizzi.

Se si può affermare che queste due posizioni sono alternative nel breve periodo (in quanto propongono priorità differenti) e che l'approccio verso la sostenibilità debole si presenta come più pragmatico, è anche vero che le risorse naturali non sono indefinitamente sostituibili con quanto prodotto dall'uomo. A lungo termine la sostenibilità forte è l'unica strategia in grado di assicurare alle attività umane ed economiche di poter continuare a esistere. Così nell'agenda operativa di nazioni, città, organizzazioni è possibile trovare delle convergenze all'interno della programmazione temporale, dove al breve termine si associano politiche di rendimento immediato (sostenibilità debole) e nel medio e lungo termine politiche e programmi di accumulazione (sostenibilità forte).

2.5. Il contesto attuale e lo sviluppo sostenibile alla base della Conferenza sul Clima di Parigi (COP 21) del dicembre 2015: un approccio improntato alla sostenibilità forte

La recentissima COP 21 - Conferenza sul clima di Parigi (Sustainable Innovation Forum 2015), svoltasi a dicembre 2015, ha rafforzato questo approccio al tema, imponendo vincoli allo sfruttamento delle risorse del pianeta e al riscaldamento globale. Ai Paesi meno sviluppati è stata offerta una rilevante disponibilità economica al fine di stimolare gli investimenti in energie rinnovabili e non nelle più economiche centrali a combustibili fossili: come si può notare, quindi, a essere privilegiata è stata la salvaguardia delle risorse naturali (sostenibilità forte) e non le leggi di mercato e la produzione di capitale umano.

In particolare l'accordo raggiunto a Parigi prevede un obiettivo davvero molto ambizioso: contenere l'aumento della temperatura globale del pianeta ben al di sotto dei 2°C, perseguendo idealmente il goal di restare al di sotto della soglia degli 1,5°C. Promotori di quest'obiettivo sono stati, in primis, i rappresentanti delle piccole isole e degli altri stati più vulnerabili agli impatti del cambiamento climatico, per i quali quel mezzo grado può fare la differenza tra la sopravvivenza o meno.

Il testo, però, non fornisce una chiara *road-map*, né obiettivi a breve termine, ma si basa completamente sugli Intended Nationally Determined Contributions (INDC) dei singoli paesi, ossia i contributi di ognuno per la stabilizzazione dei gas serra in atmosfera. Questi contributi dovranno essere revisionati nel 2018, ma allo stato attuale portano il mondo in una traiettoria di aumento della temperatura tra i 2,7°C e i 3,7°C. Secondo le conclusioni dell'IPCC, per limitare il riscaldamento a 2°C è necessario tagliare le emissioni rispetto al 2010 del 40-70% entro il 2050. Per raggiungere il target di 1,5°C il taglio deve essere più sostanziale, tra il 70 e il 95% entro il 2050.

Questi numeri però sono scomparsi dal testo rispetto alle versioni precedenti, così come il concetto di decarbonizzazione, sostituiti da più generali obiettivi di “bilancio tra emissioni antropogeniche e rimozione di queste da parte dei cosiddetti *sink* biosferici (come oceani e foreste) nella seconda metà del secolo”. Con decarbonizzazione si intende il totale abbandono di carburanti fossili, la formula prevista nel testo implica invece la possibilità di poter continuare a usare questo tipo di carburanti.

Anche il nodo chiave della *differentiation*, la diversa responsabilità storica tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo secondo quanto stabilito dalla convenzione e un conseguente diverso impegno finanziario, questa è prevista in qualche misura dall'accordo, anche se non quanto desiderato da alcuni degli attori. Secondo il testo, “i Paesi sviluppati devono fornire le risorse finanziarie per assistere i Paesi in via di sviluppo”. I 100 miliardi di dollari l'anno a partire dal 2020, previsti dal 100 billion goal, sono un punto di partenza e ulteriori fondi devono essere stanziati in misura che sarà decisa nel 2025. Tuttavia mancano dettagli sulle effettive dimensioni di questi finanziamenti, su quando e come saranno forniti.

L'accordo riconosce anche l'importanza di investire di più in *adaptation* e *resilience*, ma anche qui non entra nello specifico di azioni concrete e fondi stanziati, pur stabilendo che dovranno essere i Paesi sviluppati a fornirli. Conferma poi il Meccanismo di Varsavia per la valutazione delle perdite e dei danni subiti da alcuni paesi a causa del riscaldamento globale, anche se esclude la possibilità di individuare responsabilità civili o di stabilire risarcimenti specifici.

Per quanto riguarda i meccanismi di trasparenza e revisione, il testo stabilisce una cornice flessibile all'interno della quale si chiede alle nazioni di presentare regolarmente un inventario delle emissioni prodotte e assorbite, aggiornamenti sui progressi fatti nel raggiungimento degli obiettivi previsti e informazioni sul trasferimento di capitali e conoscenze tecnologiche e supporto alla *capacity-building*. Viene poi stabilito un

meccanismo che prevede la revisione da parte della COP stessa dei progressi relativi a questo accordo e una rivalutazione degli impegni individuali (per fare in modo che portino all'obiettivo finale, cosa che oggi non fanno) ogni 5 anni a partire dal 2023.

Mancano anche, ed è ritenuta una sconfitta per l'Unione Europea, che su questo aveva lavorato molto, gli obiettivi in merito alle emissioni dovute ai trasporti internazionali per via area e marittima che erano invece parte del testo di Copenhagen.

Il testo della Conferenza di Parigi prevede, da adesso al 2020, di impegnarsi a rispettare gli accordi presi nelle precedentemente citate conferenze di Kyoto e Doha. Per quanto riguarda l'Italia, si comincerà presto a lavorare ai progetti previsti dagli accordi bilaterali stipulati durante questi giorni e prima della COP 21, in particolar modo con quei paesi che stanno subendo in maniera maggiore gli impatti del cambiamento climatico.

I principali obiettivi riportati nel testo della COP 21 sono riassunti in Figura 8.

Principali obiettivi al 2020	Valore
Contenimento dell'innalzamento della temperatura globale	2 [°C] (auspicabile 1,5 [°C])
Finanziamento ai Paesi in via di sviluppo	100.000.000.000 [\$ /y]
Riduzione delle emissioni climalteranti	40 – 70 % (auspicabile 70 – 95% al 2050)
Investimenti in Africa	600.000.000 [€]

Figura 8: Schematizzazione e sintesi dei principali obiettivi contenuti nel testo finale della COP 21 (Sustainable Innovation Forum 2015)

Nel complesso, si può affermare che la Conferenza di Parigi ha rappresentato un punto di partenza, producendo un testo condiviso, che rispecchia un approccio al problema dello sviluppo adottando canoni caratterizzati da un approccio di sostenibilità forte. Ora dovranno però seguire delle azioni coerenti per raggiungere la decarbonizzazione entro il 2050, unitamente all'adozione di un reale modello mondiale di sviluppo sostenibile.

3. La declinazione della teoria dello sviluppo sostenibile in un modello economico: la Green Economy

3.1. La definizione di “Economia Verde”

Nei due paragrafi precedenti è stato riassunto il percorso che, dai primi anni ‘70, ha portato alla percezione -a livello mondiale- dell’esigenza di modificare il modello di produzione e consumo fino ad allora prevalente. In seguito alla crisi energetica (ed economica) mondiale, infatti, le istituzioni nazionali e sovranazionali si resero per la prima volta conto dell’insostenibilità, già a medio termine, di un modello economico-produttivo puramente lineare (che sottintende la disponibilità di risorse infinite e la possibilità di produrre e accumulare rifiuti infiniti).

La riflessione sulla quantità di risorse utilizzabili e sull’efficienza nel loro uso portò a sviluppare, sia all’interno della comunità scientifica (prima, già durante gli stessi anni ‘70) che in quella istituzionale e sovranazionale (in un secondo momento, attorno alla fine degli anni ‘80) un approccio orientato verso il cosiddetto sviluppo sostenibile.

Come riportato nel secondo paragrafo di questo capitolo, il concetto di sviluppo sostenibile ha subito una progressiva evoluzione nel corso dei decenni, ampliandosi sempre più fino a includere istanze non solo ambientali, ma anche economiche, sociali e, per ultimo, istituzionali (introdotte nei primi anni 2000 dall’UNESCO).

Il modello complessivo attuale di sviluppo sostenibile, anche se declinato con differenti interpretazioni (la prima, debole, più orientata verso la generazione di valore e capitale umano; la seconda, forte, maggiormente orientata a preservare il capitale ambientale e attualmente più riconosciuta e accettata), prevede non solo un consumo “sostenibile” delle risorse rinnovabili del pianeta, tale da non superare il loro grado di rinnovamento naturale, ma anche che il loro utilizzo e la generazione di valore a esso connessa sia equamente distribuita, nel rispetto di canoni di uguaglianza e di mantenimento delle diversità culturali e di genere.

Definito questo contesto, caratterizzato dalla sensibilità nei confronti del tema della disponibilità di risorse e delle modalità legate al loro utilizzo, bisogna specificare che il modello di sviluppo sostenibile che si è imposto è, come riporta il nome stesso, un modello “complessivo”: in questo paragrafo sarà quindi definito più in dettaglio come questo approccio si declini in modelli, più concreti, di sviluppo economico.

Il grande “cappello” teorico sotto il quale si riconoscono questi differenti modelli di sviluppo economico, attenti non solo ai benefici definiti dall’incremento di parametri quali Prodotto Interno Lordo e ricchezza generata, ma anche agli impatti ambientali a essi connessi, è quello della cosiddetta Green Economy (Economia Verde o Economia Ecologica).

Secondo questo modello, il bilancio complessivo di un sistema non deve tenere conto solamente dei benefici di natura puramente economica, ma anche dei potenziali danni ambientali prodotti dal ciclo di estrazione delle materie prime, trasformazione in energia o prodotti, distribuzione, riciclo, smaltimento e accumulo dei rifiuti generati in ogni fase. Questi aspetti entrano all’interno della valutazione complessiva poiché generano meccanismi di retroazione negativa: i danni ambientali, infatti, spesso si ripercuotono sugli aspetti di natura economica (PIL, generazione della ricchezza) determinando una diminuzione dei ritorni positivi connessi a tutte quelle attività che traggono vantaggio da una buona qualità dell’ambiente. In primis, chiaramente, si fa riferimento a settori quali agricoltura, silvicoltura, pesca, allevamento, turismo e salute pubblica. Oltre a questo aspetto, va anche tenuto in considerazione l’aumento dei costi connessi a problematiche di natura ambientale (ricostruzione in seguito a dissesto idrogeologico, disastri naturali, soccorsi, ecc.).

La definizione di Green Economy più riconosciuta a livello mondiale e istituzionale è probabilmente quella data dallo United Nations Environment Programme, secondo cui si tratta di “uno strumento in grado di realizzare il miglioramento del benessere e dell’equità sociale, riducendo significativamente i rischi ambientali e le scarsità ecologiche”(UNEP, 2011).

Questo modello prevede un ridotto uso di fonti fossili, sostituite da quelle rinnovabili, un basso tenore di carbonio in tutto il ciclo di vita, un’elevata efficienza d’uso delle risorse e, in generale, il rispetto dell’inclusività sociale. Come si può notare, questa definizione risulta essere coerente e compresa all’interno di quella più vasta di sviluppo sostenibile.

3.2. L’ingresso del tema della Green Economy nelle agende politiche

La Green Economy, come parola chiave, attualmente è contenuta all’interno delle agende di numerosi governi. Inserita già nei documenti di lavoro della Conferenza di Rio del 1992, è stata poi fortemente ripresa dalla Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo

Sostenibile denominata “Rio+20”, tenutasi nel 2012 sempre nella città brasiliana, con un focus ancora più approfondito sul tema. Nel corso di questo momento di incontro, infatti, i governi hanno rinnovato l’impegno alla piena attuazione dei principi dello Sviluppo Sostenibile, della Green Economy e della governance, attrezzando un’agenda delle priorità da perseguire. I punti di partenza, ancora una volta, sono stati rappresentati dalle due emergenze, climatica e energetica, sulle quali più significativamente si sono concentrati l’attenzione e gli sforzi di questi ultimi venti anni, affiancate dalla più recente emergenza economica. In questo contesto, la Green Economy è stata identificata come possibile strumento di uscita dalla crisi economica mondiale, nonché strumento che può contribuire alla lotta contro la povertà.

Nonostante questo diffuso interesse nei confronti del tema, la conoscenza al riguardo non è così profonda come dovrebbe: parlando di Green Economy, infatti, si riscontra ancora (seppure sempre meno) il rischio concreto di associare questa definizione soltanto a una parte o a un settore dell’economia, quello dell’economia verde, visto come contrapposto all’economia tradizionale. Altra cosa, invece, è considerare la Green Economy come un nuovo sistema socio economico realizzabile tramite l’applicazione di un insieme di strumenti in grado di far transitare l’economia tradizionale verso un’economia sostenibile. In quest’ottica, “la Green Economy non risulta più una nicchia dell’economia applicata nei soli settori delle energie rinnovabili e della protezione dell’ambiente, ma trova applicazione in tutti i settori produttivi di beni e servizi investendo le governance locali e globali nel loro complesso” (ENEA, 2012).

Questo aspetto diventa centrale, perché deve portare alla definizione di politiche industriali sostenibili, mirate all’eco-efficientamento dell’intero sistema produttivo: si tratta cioè di operare per supportare non tanto la crescita della cosiddetta industria ambientale, quanto la riconversione di tutto il sistema produttivo verso processi e prodotti industriali sostenibili. Significa che le politiche di supporto non devono essere mirate ai comparti dell’industria ambientale (ad esempio, industria del disinquinamento o della produzione di pannelli fotovoltaici), quanto al passaggio dalla produzione inquinante a una non inquinante (chiaramente, anche attraverso l’industria ambientale).

In questo contesto la crescita complessiva diventa legata all’attuazione di misure economiche, legislative, tecnologiche, di educazione e “sensibilizzazione” pubblica, in grado di ridurre il consumo di energia e di risorse naturali, i danni ambientali e la produzione di rifiuti. L’aspetto energetico è particolarmente rilevante: in questo modello un ruolo chiave è giocato dall’attuazione di misure finalizzate all’aumento dell’efficienza

energetica e di produzione, tali da determinare una diminuzione della dipendenza energetica dall'estero, l'abbattimento delle emissioni di gas serra, la riduzione dell'inquinamento locale e globale, fino all'istituzione di una economia sostenibile a scala globale e duratura, fondata prevalentemente sulle risorse rinnovabili e sul riuso e riciclo: più in generale, sulla chiusura dei cicli delle risorse.

Questo approccio “ciclico”, che diventa centrale nella cosiddetta Economia Circolare (descritta nel capitolo successivo) in realtà non è un concetto particolarmente nuovo, essendo derivato da studi scientifici sviluppati dalla fine degli anni '70. Il primo lavoro realizzato su questo tema è probabilmente quello di Nelson Nemerow, che propose la realizzazione di complessi industriali eco-compatibili (EIBC: Environmentally Balanced Industrial Complex) (Nemerow, 1979). Anche in questo caso, si può affermare che la sensibilità e l'attenzione del mondo scientifico sono arrivati significativamente prima di quelle istituzionali, tenuto conto del ritardo con cui questi temi sono stati assorbiti e recepiti a livello di agenda politica.

A livello politico la sfida consiste, quindi, nel favorire e stimolare la crescita economica, evitando però al tempo stesso il degrado dell'ambiente (il cosiddetto *decoupling*, ovvero la dissociazione tra crescita economica e pressione sull'ambiente naturale). L'Unione Europea ha affrontato questa sfida con numerosi documenti e comunicazioni, tra cui la Comunicazione (397/2008) della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, sul Piano d'azione “Produzione e consumo sostenibili” e “Politica Industriale Sostenibile” del 16/7/2008 e con il documento “Strategia tematica per l'uso sostenibile delle risorse naturali” di cui alla comunicazione della Commissione Europea COM(2005) 670. Gli strumenti per attuare una tale strategia consistono essenzialmente nella riduzione del consumo di materie prime (soprattutto non rinnovabili), nel prolungamento della vita dei prodotti (maggiore durata, disponibilità di ricambi, riparabilità), nella sostituzione di beni con servizi, nel riciclaggio e riutilizzo dei prodotti. Il 20 giugno 2011 la Commissione Europea ha adottato una comunicazione (COM, 2011, 363 definitivo: Rio+20: verso un'economia verde e una migliore *governance*), che costituisce il fondamento per la posizione dell'UE sul tema dello sviluppo sostenibile. In tale comunicazione sono definiti gli obiettivi e le azioni specifiche nel contesto dei due temi principali della conferenza: facilitare il passaggio a un'economia verde nel contesto dello sviluppo sostenibile e della lotta contro la povertà e assicurare una migliore gestione in materia di sviluppo sostenibile. Vengono inoltre

definite le modalità relative al passaggio verso un'economia verde e proposte azioni specifiche che potrebbero essere attuate a livello internazionale, nazionale e locale.

I punti principali sono i seguenti (Commissione Europea, 2011):

- investire in risorse chiave e capitale naturale (“cosa”), ovvero in risorse idriche, energie rinnovabili, risorse marine, biodiversità e servizi ecosistemici, agricoltura sostenibile, foreste, rifiuti e riciclaggio.
- Combinare strumenti normativi e di mercato (“come”), mediante l'introduzione di ecotasse, l'eliminazione di sovvenzioni controproducenti sotto il profilo ambientale, la mobilitazione delle risorse finanziarie pubbliche e private e l'investimento in competenze e professionalità legate all'ambiente. Occorre poi mettere a punto indicatori che permettano di misurare il progresso in senso più ampio, parallelamente al PIL (ossia tenendo conto degli aspetti ambientali e sociali).
- Migliorare la *governance* e incoraggiare la partecipazione del settore privato (“chi”), consolidando e razionalizzando le strutture attuali di governance internazionale (ad esempio potenziando il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente – UNEP). È essenziale anche accrescere sensibilmente la partecipazione e l'impegno delle imprese e della società civile.

Considerando invece nello specifico lo sviluppo della Green Economy in Europa, negli scorsi decenni l'UE ha promosso lo sviluppo sostenibile tramite una serie di politiche; ad esempio, ha adottato obiettivi vincolanti per il clima, accompagnati da un sistema di scambio di quote di emissioni e ha emanato una gamma di strumenti legislativi sulla biodiversità, la gestione dei rifiuti, la qualità dell'acqua e dell'aria.

3.3. I settori della Green Economy in cifre: investimenti, imprese e occupazione

A livello mondiale, la spinta alla crescita della Green Economy arriva da investimenti mirati, cresciuti nel corso del tempo anche in ragione della sensibilità sempre maggiore nei confronti del tema, che si concentrano soprattutto sul settore energetico, come evidenziato in Figura 9 (UNEP, 2011).

Settore	Investimenti in Green Economy (2011) [US\$ bn/yr]
Acqua	108
Agricoltura	108
Costruzioni	134
Energia	362
Foreste	15
Industria	76
Pesca	108
Rifiuti	108
Trasporti	194
Turismo	134
Totale	1.347

Figura 9: Elaborazione contenente la sintesi degli investimenti annui mondiali in Green Economy, ripartiti per settore produttivo, stimati al 2011, sulla base dei dati del Rapporto “Towards a Green Economy” (UNEP, 2011)

Secondo gli scenari definiti dal rapporto UNEP, una crescita di questi investimenti pari a un 2% aggiuntivo del PIL mondiale, porterebbe a dei cospicui benefici sotto numerosi punti di vista rispetto a uno scenario “business as usual” (UNEP, 2011):

- Aumento della superficie forestale mondiale (del 3,2% al 2020, del 21% al 2050);
- Riduzione del consumo idrico mondiale (del 3,7% al 2015, del 21,6% al 2050);
- Riduzione del consumo di suolo mondiale (del 4,9% al 2015, del 87,2% al 2050);
- Riduzione della richiesta di energia primaria (del 3,1% al 2015, del 39,8% al 2050);
- Aumento del peso percentuale delle fonti energetiche rinnovabili all’interno del bilancio energetico mondiale (+15% al 2015, +27% al 2050).

A livello europeo, le politiche e gli incentivi comunitari hanno favorito la crescita nell’UE di imprese al servizio dell’ambiente (“ecoindustrie”) che, secondo i dati del 2011,

costituiscono il 2,5% del PIL dell'Unione Europea e impiegano oltre 3,4 milioni di persone (Commissione Europea, 2011).

In Italia il settore “*Green*” sembra essersi radicato in misura significativa: secondo le percentuali stimate dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, ben il 27,5% delle imprese italiane è “*Core green*”, ossia produce beni o servizi ambientali o specificamente finalizzati a elevate prestazioni ambientali. Le percentuali più rilevanti si registrano nel settore dell'agricoltura, ormai di qualità e molto orientata in direzione ecologica, con il 40,6% di imprese *Core green*. Elevate anche le presenze nell'industria, con il 35,4%, come pure nell'Edilizia, dove ormai sono tante le aziende specializzate in riqualificazioni energetiche o soluzioni per la bioedilizia: raggiungono un 38,8%.

Alla percentuale già rilevante del 27,5%, va aggiunto un 14,5% di imprese “*Go green*”, così definite perché, pur non facendo dell'ambiente il proprio core business, hanno però intrapreso la strada di un sistema di gestione orientato, per comportamenti e iniziative, in direzione green, adottando standard ambientali elevati sia nei processi produttivi, sia nella progettazione dei prodotti. L'insieme *Core green* + *Go green* (classificazioni definite in sede internazionale dall'EGSS¹³ e dalle condizioni di “*Greening industries*” dell'OCSE) porta le imprese green a un importante 42% del totale delle imprese italiane (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 2015).

I dati relativi al peso percentuale delle imprese *green* in Italia sono riportati in Figura 10.

Settore	“Core Green” (% del totale)	“Go Green” (% del totale)
Agricoltura	40,6	15,5
Edilizia - Costruzioni	38,8	12,6
Industria	35,4	25,8
Commercio, alberghi e ristorazione	12,8	16,7
Altri servizi (trasporti, immobiliari, servizi finanziari)	19,5	5,7
Totale	27,5	14,5

Figura 10: Elaborazione realizzata sulla base dei dati presenti nella “Relazione sullo stato della Green Economy in Italia”, relativa al numero di imprese *Core green* e *Go green* in Italia nel 2015, ripartite per settore (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 2015)

¹³ L'Environmental Goods and Services Sector, struttura dell'Unep e di Eurostat, che ha l'obiettivo di combattere la lotta al cambiamento climatico e alla produzione di sostanze inquinanti e degradanti dell'ambiente.

Questi dati evidenziano una costante crescita del settore e si affiancano a quelli relativi alle performance ambientali (in termini di emissioni di CO₂, particolato, ossidi di azoto e di produzione di rifiuti), evidenziando un chiaro miglioramento delle imprese italiane, avvenuto peraltro in concomitanza della crisi economica. Questo si può giustificare con il fatto che, in seguito alla crisi, non c'è stato solo un calo quantitativo, ma anche una forte selezione delle imprese che l'hanno superata, spinte a rinnovarsi e a riqualificarsi per cercare di recuperare competitività sia sul mercato interno che su quelli esteri, puntando su una maggiore qualità di prodotti e produzioni. Uno dei più importanti driver di questa innovazione tesa alla maggiore qualità è stato proprio l'ambiente, la ricerca di produzioni di elevata qualità ecologica e di modelli produttivi e gestionali avanzati dal punto di vista ambientale (per esempio, tra il 2007 e il 2014 il numero di imprese con registrazione Emas è aumentato del 74%). A ciò si è aggiunto l'effetto delle scelte, delle politiche, delle misure e degli investimenti finalizzati alla mitigazione della crisi climatica (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 2015). Nel complesso, l'indagine della Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile ha evidenziato che le imprese *green* hanno, per una percentuale rilevante, aspettative di crescita del proprio fatturato: si aspettano cioè di venire premiate dal mercato per gli sforzi condotti dal punto di vista della sostenibilità.

Anche a livello regionale la Green Economy ha avuto un forte impulso: per l'Emilia-Romagna lo sviluppo dell'economia verde rappresenta una priorità, più volte ribadita nei documenti di programmazione e nei piani operativi. Il riconoscimento di una tale priorità è dovuto al contributo che si stima il settore possa dare in termini di creazione di nuovi posti di lavoro qualificati. Nel febbraio 2015, la Commissione Europea ha approvato i fondi per lo sviluppo destinati alla Regione Emilia-Romagna: nel dettaglio, le risorse del Por Fesr 2014/20 comprendono 140 milioni di euro per la ricerca e l'innovazione, 30 milioni per lo sviluppo dell'Ict, 120 milioni per la competitività e l'attrattività del sistema regionale, 104 milioni per la promozione della *low carbon economy*, 37 milioni per la valorizzazione delle risorse artistiche, culturali ed ambientali ai fini dell'attrazione turistica e circa 30 milioni per l'attuazione dell'agenda digitale. Attraverso questi fondi, che costituiscono l'asse di sviluppo della Regione nei prossimi sei anni, sarà finanziata la filiera della Green Economy, intesa (come definito nei paragrafi precedenti) non solo come promozione dei settori prettamente ambientali (ad esempio, nuove energie e della gestione dei rifiuti), ma come "*greening the industry*", cioè il ridisegno complessivo di un sistema produttivo in cui la sostenibilità ambientale è connaturata alla sostenibilità sociale.

La rilevante sensibilità dell'Emilia-Romagna nei confronti del tema, si traduce anche in numeri: è infatti la terza regione italiana per numero di imprese che hanno investito in tecnologie green nel periodo 2008-2013 (Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna, 2015).

Complessivamente, in Regione sono 2251 le imprese afferenti al panorama *green*, appartenenti a settori produttivi che vanno dall'agroalimentare (settore leader in regione per numero di imprese green), a quello energetico (fonti rinnovabili ed efficienza energetica in primis), sino a settori tradizionalmente legati alla tutela dell'ambiente come la bonifica dei siti, il ciclo dei rifiuti e quello idrico e la gestione di aree verdi. A questi si affiancano settori che mostrano segnali di una riconversione verso produzioni più pulite, come la mobilità sostenibile, l'edilizia e la meccanica allargata.

Il riepilogo delle imprese *green* emiliano-romagnole, ripartite per settore, è indicato in Figura 11.

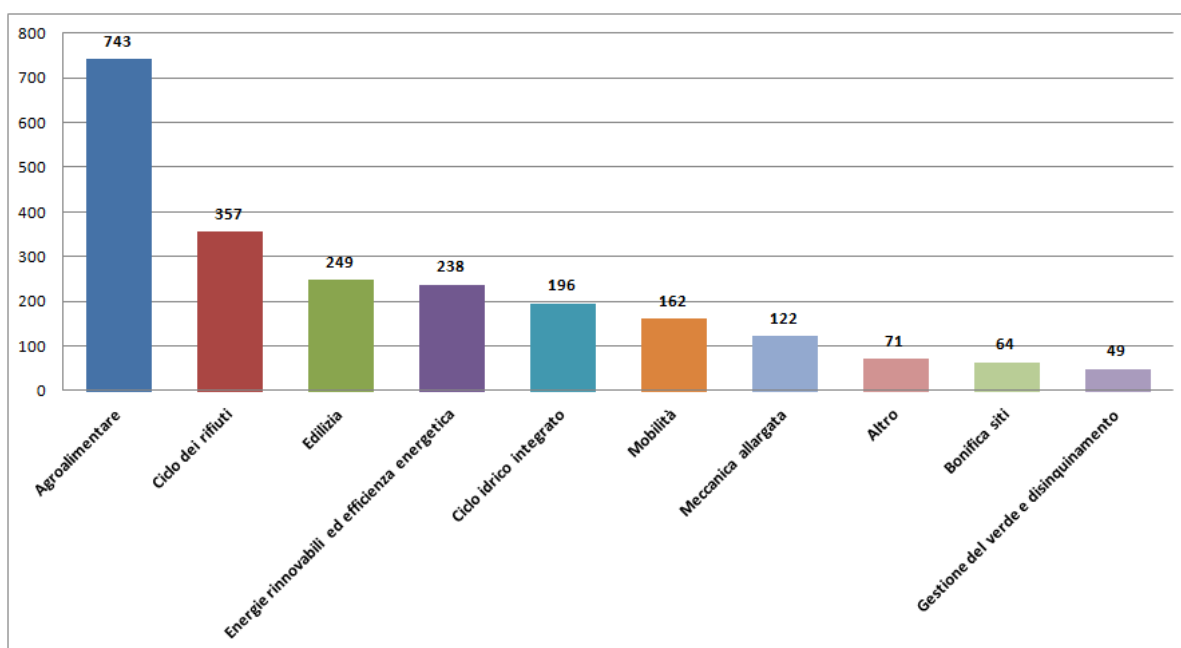


Figura 11: Elaborazione realizzata sulla base dei dati contenuti nel “Quadro regionale delle imprese green”, relativa al numero di imprese *green* in Emilia-Romagna nel 2015, distribuite per settore (Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna, 2015)

Complessivamente si stima che in queste imprese lavorino oltre 230.000 addetti e la quota percentuale delle assunzioni *green* sul totale delle assunzioni non stagionali risulta in costante aumento sino ad aver raggiunto, nel 2013, un valore superiore al dato nazionale. È

di particolare rilievo per l'Emilia Romagna che tale valore sia incrementato di oltre 5 punti percentuali negli ultimi 5 anni, passando dall'8,2% del 2009 al 13,3% del 2013 (Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna, 2015).

Il fatturato delle imprese green della regione si assesta a oltre 61 miliardi di euro, e anche le analisi territoriali evidenziano il fatto che, come riportato nei paragrafi precedenti, chi ha investito in questo settore è stato mediamente premiato da una crescita del proprio fatturato: il bacino di 640 aziende monitorato nel triennio 2010-2012 ha evidenziato una maggiore capacità di resistenza alla crisi, con una variazione del fatturato superiore di quasi tre punti percentuali (+9,13% rispetto al +6,20%) rispetto alla variazione di fatturato del settore industriale della regione (Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna, 2015).

3.4. L'applicazione della Green Economy ai sistemi industriali: il parallelismo con i sistemi naturali e l'introduzione dell'Ecologia Industriale

Nel paragrafo precedente è stata riassunta la definizione di Green Economy, intesa come modello teorico di sviluppo economico (compreso all'interno del più vasto modello di sviluppo sostenibile) che prende in considerazione non solo i processi produttivi, ma anche il loro impatto ambientale, proponendo, come soluzione, l'incentivo di tutte quelle misure che consentono di ridurre il consumo di energia e risorse, le emissioni, i rifiuti e che promuovono l'impiego di fonti di energia rinnovabile.

La Green Economy definisce quindi un indirizzo (che viene declinato dalle agende politiche dei vari Paesi attraverso opportuni incentivi), che all'atto pratico si applica seguendo varie strade: una di queste è quella della cosiddetta Ecologia Industriale, disciplina che trae origine dalla Green Economy e che si occupa della progettazione e della gestione di sistemi industriali, prendendo come modello i sistemi naturali. Il suo obiettivo consiste nel comprendere le interazioni tra attività economiche ed esigenze ambientali, cercando di bilanciarli, attraverso forme di collaborazione tra imprese, per la soluzione strutturata e collettiva di problemi ambientali.

L'Ecologia Industriale offre quindi alle aziende nuovi strumenti per applicare un'economia sostenibile e competitiva. Il principio su cui si basa è la chiusura dei cicli produttivi, partendo dal presupposto che, analogamente ai sistemi naturali, non esistono rifiuti, ma

solo sottoprodotti che devono essere riutilizzati o riciclati. Secondo questo criterio, gli scarti di un processo diventano materia prima per un processo diverso. In questo modo, i principi dell'Ecologia Industriale, in sinergia con strumenti di validazione quali la Valutazione del Ciclo di Vita, il Sistema Integrato di Monitoraggio Ambientale e l'Analisi del Rischio, si possono applicare ai Sistemi Integrati per la Gestione dei Rifiuti, in modo tale da minimizzarne gli impatti e poter attuare una valorizzazione dei rifiuti stessi.

In questo contesto di Green Economy, lo sviluppo dell'Ecologia Industriale ha permesso di fornire uno strumento concettuale per comprendere quali sono i principali impatti di un sistema industriale sull'ambiente e identificare o implementare le strategie per una loro riduzione, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile. Essa viene definita dall'UN Environmental Program come uno “studio orientato ai sistemi, delle interazioni e interrelazioni fisiche, chimiche e biologiche sia all'interno dei sistemi industriali, che tra sistemi industriali e naturali”.

L'accostamento dei termini “Ecologia” e “Industriale” risale alla fine degli anni '80, quando Robert Frosch e Nicholas Gallopoulos svilupparono l'idea che i sistemi industriali, essendo parte di un sistema naturale, dovrebbero imitarne il comportamento. I sistemi naturali scambiano energia e nutrienti attraverso un ciclo chiuso senza che sia necessario, per garantirne la sopravvivenza, che nessun materiale entri o esca dal sistema stesso. Pertanto i sistemi industriali, seguendo questo modello, da lineari (con materiali ed energia in ingresso, sottoprodotti e rifiuti in uscita, poi dispersi nell'ambiente) devono trasformarsi in analogia con gli ecosistemi naturali, riducendo la produzione di rifiuti nei loro processi e massimizzando l'impiego efficiente dei materiali di scarto e dei prodotti a fine vita sotto forma di input in altri processi produttivi. In questo modo si introduce un modello a ciclo chiuso in cui tutti i rifiuti generati e l'energia prodotta vengono recuperati per alimentare nuovi processi: si parla cioè di “metabolismo industriale”.

Questa definizione deriva dagli studi condotti sempre alla fine degli anni '80 da Ayres, che elaborò la metafora del parallelismo tra biosfera e tecnosfera al fine di spiegare e illustrare i concetti di ecologia e metabolismo industriale (Figura 12). L'analogia si basa sul fatto che, nella biosfera, l'evoluzione ha portato a un uso efficiente dei materiali e dell'energia; nella tecnosfera si assiste invece allo sfruttamento delle risorse e al rilascio nell'ambiente di sottoprodotti inutilizzati (emissioni in aria, acqua, suolo). Imparando dalla biosfera, quindi, “la tecnosfera può progettare e gestire i propri processi al fine di migliorare la

propria efficienza e limitare il più possibile il rilascio di sottoprodotti inutilizzati nell'ambiente" (Ayres, Industrial Metabolism, 1989).

Biosfera	Tecnosfera
Ambiente	Mercato
Organismo	Azienda
Prodotto naturale	Prodotto industriale
Selezione naturale	Competizione
Ecosistema	Parco eco-industriale (EIP)
Nicchia ecologica	Nicchia di mercato
Anabolismo/Catabolismo	Produzione/Gestione dei rifiuti
Mutazione e selezione	Eco-progettazione
Successione ecologica	Crescita economica
Adattamento	Innovazione
Catena alimentare	Ciclo di vita del prodotto

Figura 12: Schematizzazione e sintesi delle caratteristiche di biosfera e tecnosfera a confronto, sulla base della metafora di Ayres, al fine di illustrare la disciplina dell'Ecologia Industriale (Ayres, Industrial Metabolism, 1989)

Fu quindi l'introduzione del parallelismo tra ecosistemi industriali ed ecosistemi naturali, che si distinguono per il loro carattere ciclico, a permettere il passaggio successivo verso i concetti di metabolismo industriale e, conseguentemente, di simbiosi industriale. Secondo Ayres, infatti, si intende con metabolismo industriale la catena dei processi fisici che trasformano le materie prime e l'energia, oltre al lavoro, in prodotti e rifiuti. Uno degli obiettivi della disciplina del metabolismo industriale è quello di studiare il flusso dei materiali attraverso la società al fine di comprendere meglio le fonti, le cause e gli effetti delle emissioni (Ayres & Simonis, Industrial metabolism: Theory and policy, 1994).

L'attuazione di processi industriali a ciclo chiuso, quindi, risulta una conseguenza del parallelismo tra biosfera e tecnosfera appena definito e porta a ottenere benefici ambientali, in quanto viene promosso l'uso sostenibile di risorse rinnovabili e vengono evitati gli sprechi di risorse in via di esaurimento. In più si vengono a creare, a livello locale, sinergie che possono accrescere la competitività di un'industria: l'obiettivo principale dell'Ecologia Industriale, quindi, è promuovere modelli di sviluppo sostenibile su scala locale, regionale e globale. Questo processo può però essere innescato, secondo Frosch, solo se si ha l'interazione di numerosi attori che concorrono a risolvere un numero congruo di potenziali problemi (Frosch & Gallopoulos, 1989).

Oltre all'analogia con i sistemi naturali e all'introduzione di un modello industriale a ciclo chiuso, altri concetti chiave che contraddistinguono l'Ecologia Industriale sono (Garner & Keoleian, 1995):

- Analisi di sistema che consente una visione più ampia delle interrelazioni fra lo spettro delle attività umane e l'ambiente. Ci sono diverse tipologie di sistemi che possono essere inclusi in un'analisi, i quali vanno da sistemi geopolitici ed economici globali, a organizzazioni e strutture su scala locale. La corretta definizione del perimetro dei sistemi interessati permette pertanto di pensare alla sostenibilità sia su scala globale che locale.
- Studio dei flussi e trasformazione di materia ed energia, al fine di stabilire come i vari prodotti, sottoprodotti e rifiuti possono essere impiegati, riusati o convertiti in altri beni o servizi utili. Questo aspetto è fondamentale in quanto permette di comprendere al meglio le varie fasi di trasformazione di materia ed energia coinvolte nella produzione di un prodotto o un servizio, le quali possono così essere ottimizzare riducendone i tempi, i consumi, le emissioni e i rifiuti generati.
- Approccio multidisciplinare in quanto, per conoscere le interazioni tra diversi sistemi industriali, risulta indispensabile affrontare aspetti di tipo economico, politico, legale, sanitario, ingegneristico, mentre, per comprendere i sistemi naturali è bene avere conoscenze di tipo chimico, biologico, ecologico, geologico e relative alla gestione delle risorse naturali.

Attualmente con il termine Ecologia Industriale si intendono tutti i contributi multidisciplinari (tipicamente riferiti a scienze ambientali, ingegneria e scienze sociali) che hanno come obiettivo il perfezionamento del rapporto industria/ambiente: un ulteriore passo avanti nel modello precedentemente definito di sviluppo sostenibile.

3.5. I principi e gli strumenti dell'Ecologia Industriale

L'Ecologia Industriale si fonda su undici principi, formulati da Allenby nel 1995. Questi aspetti chiave riprendono e dettagliano quelli “macro” della green economy, che per primi si sono focalizzati sulla necessità di incentivare la prevenzione alla produzione dei rifiuti, sviluppare processi chimici puliti, sintetizzare composti non tossici e impiegare fonti rinnovabili.

Gli undici principi sono i seguenti (Allenby B. , 1995):

- 1) Prodotti, processi, servizi e attività possono produrre residui, ma non rifiuti.
- 2) Ogni processo, prodotto, impianto, infrastruttura e sistema tecnologico deve essere progettato per essere facilmente adattato a innovazioni prevedibili e preferibili dal punto di vista ambientale.
- 3) Ogni molecola che entri in uno specifico processo di lavorazione deve lasciare il processo come parte di un prodotto commerciabile.
- 4) Ogni erg¹⁴ di energia usato in processi di lavorazione deve produrre una trasformazione di materia.
- 5) Le industrie devono minimizzare l'uso di materiali ed energia nei prodotti, processi, servizi, attività.
- 6) I materiali usati devono essere quelli meno tossici disponibili allo scopo.
- 7) Le industrie devono reperire la maggior parte dei materiali necessari attraverso percorsi di riciclo invece che dall'estrazione di materie prime.
- 8) Ogni processo e prodotto deve essere progettato per preservare l'intrinseca utilità dei materiali usati. Ciò include una progettazione che estenda la vita del prodotto o faciliti il riciclo delle sue parti o componenti piuttosto che dei suoi semplici materiali.
- 9) Ogni prodotto deve essere progettato al fine di poter essere usato per creare, alla fine della sua vita corrente, altri prodotti utili.
- 10) Ogni proprietà industriale, servizio, infrastruttura o componente deve essere sviluppato, costruito o modificato facendo attenzione a mantenere o migliorare l'habitat locale, la diversità delle specie e a minimizzare gli impatti sulle risorse locali o regionali.

¹⁴ L'erg è l'unità di misura dell'energia e del lavoro nel sistema di misura CGS (centimetro-grammo-secondo).
1 erg è pari a 1 [g·cm²·s⁻²] = 1 [dyn·cm] = 10⁻⁷ [W·s].
1 erg equivale a 6,241509745·10¹¹ [eV], 10⁻⁷ [J], 10⁻⁷ [N·m], 2,39·10⁻⁸ [cal], 9,48·10⁻¹¹ [Btu], 2,78·10⁻¹⁴ [kWh].

- 11) Deve essere promossa una stretta interazione fra fornitori di materiali, utenti, rappresentanti di altre industrie, allo scopo di sviluppare una via cooperativa per minimizzare il packaging, il riciclo e il riuso di materiali.

Gli undici principi vengono realizzati mediante l'applicazione di cinque “strumenti” (Figura 13) principali a sostegno dell'Ecologia Industriale (Passarini, et al., 2011):

- **Analisi dei flussi:** serve a seguire e quantificare il flusso di materiali lungo la filiera produttiva.
- **Ecodesign:** prevede l'integrazione degli aspetti ambientali nella fase di progettazione di un prodotto.
- **Valutazione del ciclo di vita (LCA):** considera tutti gli impatti ambientali associati a ogni passaggio dello sviluppo industriale.
- **Politiche verdi:** comprendono Direttive Europee, normative nazionali, Certificazione Ambientale, responsabilità estesa al produttore, azioni per la sostenibilità.
- **Simbiosi industriale:** rende i rifiuti e i sottoprodotti di un processo o di un'industria, risorse per altri processi e altre industrie.

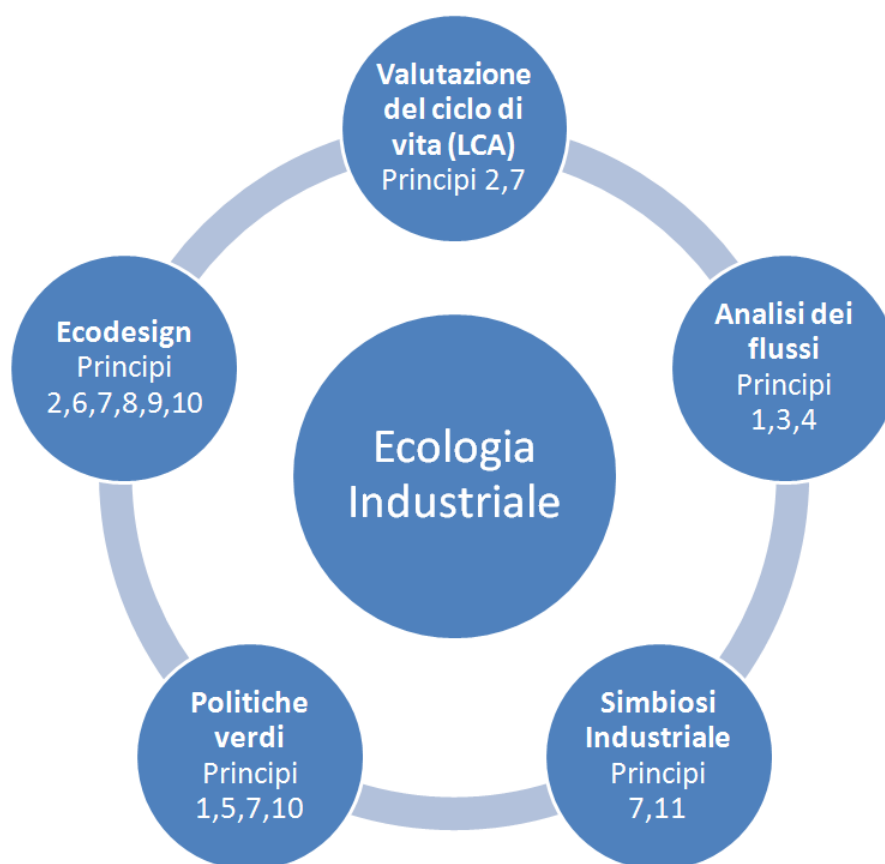


Figura 13: schematizzazione grafica dei cinque “strumenti” dell'Ecologia Industriale e della loro relazione con gli undici principi di Allenby (Passarini, et al., 2011)

Questi strumenti, di seguito descritti in maggiore dettaglio, devono essere supportati e attuati al fine di realizzare, in ambito industriale e produttivo, il modello di ciclo chiuso e per conservare e riutilizzare le risorse come avviene in natura.

Analisi dei Flussi

L'Analisi dei Flussi consiste nella valutazione dei flussi che attraversano il perimetro di un sistema definito nello spazio e nel tempo e delle riserve di materiali all'interno dello stesso, al fine di mettere in relazione le sorgenti, le vie di consumo e il destino finale di ogni materiale impiegato in un processo (Brunner & Rechberger, 2004).

Il principio su cui si basa questo strumento è il bilancio di massa, secondo cui la massa di tutti i materiali in input deve eguagliare la somma della massa di tutti i materiali in output e della massa di ciò che viene accumulato o perduto. L'Analisi dei Flussi può essere condotta sia su scala locale che su scala più vasta (un'azienda, un distretto industriale, una regione o tutta la filiera industriale) e può essere associata alla dimensione geopolitica o socioeconomica.

Ecodesign

L'Ecodesign è un concetto introdotto nella direttiva 2009/125/EC (Parlamento Europeo, 2009), che ne dà la seguente definizione: “integrazione degli aspetti ambientali nella fase di progettazione di un prodotto con lo scopo di migliorarne le prestazioni ambientali durante il suo intero ciclo di vita”. Si ritiene infatti che l'80% dell'impatto complessivo di un prodotto si determini durante la fase della progettazione. Questo strumento rappresenta, dunque, un approccio al design di prodotti e servizi in cui gli aspetti ambientali sono presi in considerazione e ottimizzati già a partire dalle prime fasi di progettazione.

I principi che devono essere integrati sono i seguenti: riduzione dei materiali utilizzati, dell'energia consumata e delle sostanze tossiche, aumento della riciclabilità, massimizzazione dell'uso di risorse rinnovabili ed estensione della durata. A tale fine sono stati sviluppati diversi tipi di design (Figura 14), che devono essere integrati per il miglioramento delle prestazioni ambientali di beni di consumo e servizi.

A livello di normativa europea, il *framework* è completato dalla direttiva 2010/30/EU, che integra questi requisiti di progettazione eco-compatibile con quelli di etichettatura obbligatoria (Parlamento Europeo, 2010).

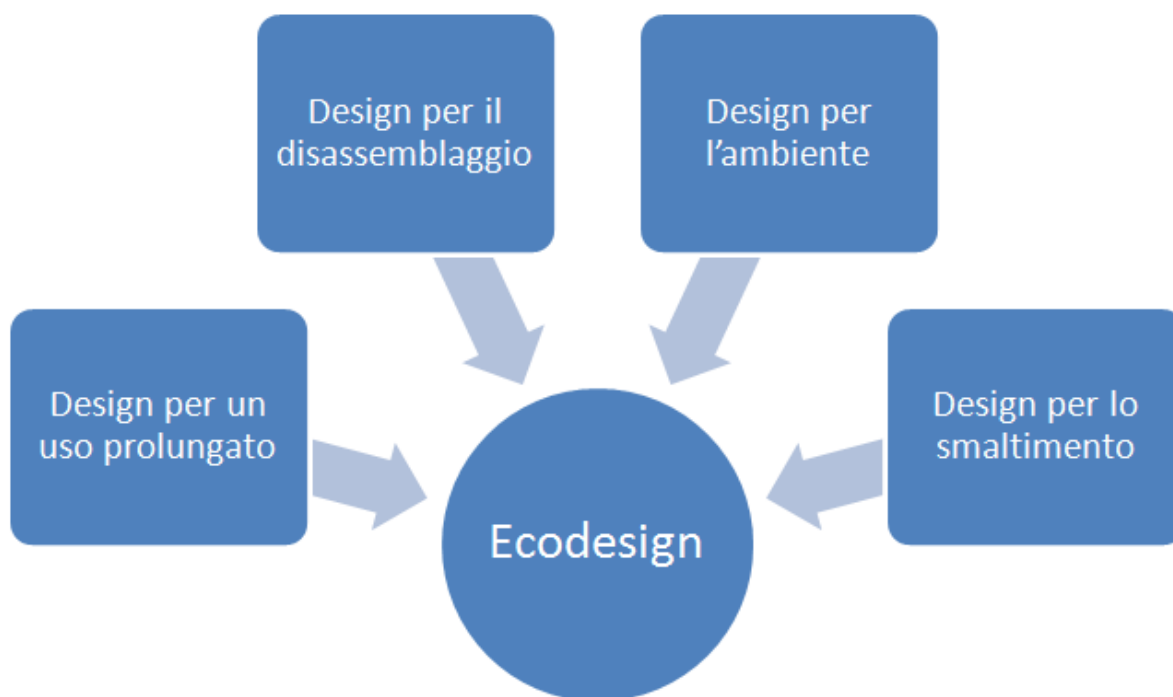


Figura 14: Schematizzazione delle differenti tipologie di Ecodesign, finalizzate al miglioramento delle prestazioni ambientali di singoli aspetti del ciclo di vita dei prodotti

Le caratteristiche delle differenti tipologie di Ecodesign sono sintetizzate di seguito:

- Design per un uso prolungato: adottato per prolungare la vita di alcuni materiali attraverso l'applicazione di meccanismi "intelligenti", adattativi e di autoriparazione. I materiali progettati in tale modo potrebbero avere proprietà che cambiano con le condizioni ambientali in modo da risultare più durevoli. È di fondamentale importanza nel campo della produzione di mobili, tessuti e rivestimenti.
- Design per il disassemblaggio: adottato per migliorare e semplificare la fase di smontaggio e rimozione dei componenti di un prodotto. In questo modo è possibile favorire la separazione dei diversi materiali che ne fanno parte, favorendone l'invio a processi di riciclaggio e riducendo i consumi energetici connessi al processo di separazione. È molto utile nel campo dei veicoli, in cui l'85% dei materiali deve essere riciclato e almeno il 95% deve essere recuperato (Passarini, et al., 2011).
- Design per l'ambiente: prevede una riprogettazione razionale e la creazione di materiali innovativi per applicazioni nuove o esistenti, al fine di eliminare le sostanze nocive e ridurre la quantità di materiale impiegato (dematerializzazione).

- Design per lo smaltimento: consente di minimizzare l'impatto ambientale dei rifiuti nella fase di smaltimento finale. Comprende processi di riduzione o eliminazione di sostanze lisciviabili in prodotti che possano finire in discarica; prevede la biodegradabilità di altri beni (ad esempio *shoppers*), al fine di ridurre gli impatti ambientali in fase di smaltimento. Tra i processi a cavallo del design per lo smaltimento e la bonifica, ci sono anche processi che riducono la pericolosità di alcuni rifiuti non più riutilizzabili stabilizzandoli in matrici cementizie che potranno poi essere impiegate, previo controllo della lisciviazione di inquinanti tossici, come materiali da riempimento.

Valutazione del Ciclo di Vita (LCA)

La Valutazione del Ciclo di Vita (LCA) è un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici e ambientali e degli impatti potenziali associati a un prodotto, un processo, un'attività, un servizio lungo il suo intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita (ovvero, come si suole dire, dalla Culla alla Tomba).

L'LCA si articola in quattro fasi:

- I. Definizione dello scopo e del campo di applicazione in cui si esplicita l'obiettivo dello studio: vengono cioè delineati i confini del sistema in oggetto ed è definita l'unità funzionale sulla base della quale poi verranno espressi i risultati della valutazione.
- II. Analisi di inventario: il processo è schematizzato con un *flow-sheet* dettagliato e sono anche determinati i dati relativi a tutti i flussi in input e in output per ciascun passaggio del processo stesso.
- III. Valutazione degli impatti: consente di valutare gli impatti ambientali delle sostanze identificate nell'inventario. Tali impatti sono suddivisi in categorie riconducibili a tre grandi aree, ossia esaurimento delle risorse, salute umana e conservazione dell'ambiente. Grazie a una classificazione per fattori di peso (*weight factors*), è possibile quantificare il contributo alle categorie d'impatto.
- IV. Interpretazione dei risultati: è la fase finale nella quale sono valutate e selezionate le opzioni per ridurre gli impatti e i carichi ambientali dell'unità funzionale in studio.

Politiche Verdi

Con il termine Politiche Verdi si intendono tutte le azioni e le direttive comunitarie (e non solo) volte a promuovere la sostenibilità ambientale.

Di fatto sono le politiche che prevedono incentivi e stimoli per la prevenzione alla produzione dei rifiuti, la loro minimizzazione e l'impiego delle Certificazioni Ambientali, attestanti il fatto che un'azienda ha implementato un sistema di gestione ambientale conforme alla normativa vigente in materia di ambiente e che è in grado di garantire il miglioramento continuo delle sue prestazioni. All'interno del contesto delle Politiche Verdi è anche compreso il concetto di responsabilità estesa al produttore, che dunque deve provvedere alla gestione del fine vita dei beni prodotti.

Tra le Politiche Verdi va citato anche l'incentivo all'istituzione delle Aree Industriali e delle Aree Ecologicamente Attrezzate (di cui si parlerà più diffusamente all'interno del Capitolo 2, in relazione al tema della Simbiosi Industriale). La legge Bassanini (D. Lgs. 112/98), con l'art. 26, dà inizio a un percorso virtuoso che alcune Regioni e Provincie hanno già intrapreso, con l'emanazione di leggi locali e linee guida ai fini della creazione delle APEA (Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate). Tali aree costituiscono, insieme agli Ecodistretti e ai Parchi Eco-Industriali, la risposta ai principi dell'Ecologia Industriale. Le APEA, sin dalla fase di progettazione, devono tenere conto, come ad esempio richiesto in Emilia Romagna dalla Legge regionale n. 20 del 24 marzo 2000, dei seguenti aspetti:

- a) salubrità e igiene dei luoghi di lavoro,
- b) prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del terreno;
- c) smaltimento e recupero dei rifiuti;
- d) trattamento delle acque reflue;
- e) contenimento del consumo dell'energia e al suo utilizzo efficace;
- f) prevenzione, controllo e gestione dei rischi di incidenti rilevanti;
- g) adeguata e razionale accessibilità delle persone e delle merci.

Alcune regioni (Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Sardegna e Toscana), hanno costituito una rete (Rete Cartesio), che analizza le esperienze più significative a livello nazionale. In Italia sono stati contati 100 distretti, per un totale di 120.759 imprese coinvolte (Rete Cartesio, 2013).

Simbiosi Industriale

La Simbiosi Industriale (che sarà approfondita in dettaglio nei capitoli successivi) si basa sui principi dello scambio e della condivisione, ovvero sul concetto che i rifiuti e/o i sottoprodotti di un produttore (energia, acqua, materiali) possano diventare materie prime seconde in ingresso nel processo di un altro produttore. Il concetto è in realtà anche più ampio, prevedendo la possibilità di condividere anche servizi e competenze tra imprese, nell'ottica di ottenere un vantaggio competitivo.

Seguendo questo principio sono nati i Parchi Eco-Industriali (EIP), definiti da Glavick e Lukman come un insieme di attività, industrie e servizi collocati in una proprietà comune, che mirano a migliorare le performance ambientali, sociali ed economiche, attraverso la collaborazione nella gestione delle risorse. Il beneficio che la comunità trae dalla simbiosi risulta maggiore della somma dei benefici individuali (Glavic & Lukman, 2007).

Gli EIP, comunque, sono sistemi complessi molto difficili da pianificare a priori, infatti occorre considerare che tutti gli ecosistemi industriali sono differenti, con proprie specifiche caratteristiche economiche, culturali, ecologiche e sociali (Korhonen & Snakin, 2005).

Per raggiungere un elevato grado di integrazione fra le industrie di una stessa area occorre che si verifichino alcune condizioni, quali: facilità nello scambio di utilities (come vapore, energia, raffreddamento), facilità nello scambio di sottoprodotti, scarti ed energia, possibilità di costruire sistemi di trattamento dei rifiuti che offrano un'economia di scala, alta efficienza. Inoltre, risultano indispensabili anche una buona capacità di collaborazione, di comunicazione e di instaurare relazioni a lungo termine, poiché il volume di affari può diminuire, la produzione cambiare in quantità e tipologia, con la necessità di avere input e output differenti e anche poiché potrebbero presentarsi ostacoli legislativi (ad esempio connessi al trasferimento o al riuso di materiali) e tecnici (come nel caso in cui un flusso di rifiuti provenienti da un'industria contiene un componente in grado di creare problemi al partner ricevente).

Quindi, gli EIP, che a differenza delle APEA non sono ancora esistenti in Italia, sono aree produttive in cui diverse attività rendono possibile il riutilizzo di scarti rendendoli risorse. Prodotti secondari, acque reflue o energia sotto forma, per esempio, di calore contenuto nell'acqua di raffreddamento, sono utilizzati proprio come risorse.

La tendenza in Italia è quella di progettare le APEA in modo che possano assimilare anche il concetto di Simbiosi Industriale, avvicinandosi via via al concetto più completo di Parco

Eco-Industriale, come descritto nelle Linee Guida per la realizzazione delle APEA della Provincia di Bologna (Provincia di Bologna, 2008).

4. Riepilogo

In questo Capitolo è stata quindi introdotta la problematica connessa ai limiti dello sviluppo, partendo dalla crisi energetica del 1973, passando per il Rapporto Brutland, fino ad arrivare alla prima definizione istituzionale di Sviluppo Sostenibile del 1991. È stata quindi definita l'evoluzione del modello di Sviluppo Sostenibile fino alla sua conformazione attuale (comprensiva dei quattro pilastri: economico, ambientale, sociale e istituzionale), tenendo conto delle differenti modalità interpretative (sostenibilità debole e sostenibilità forte) e della sua influenza sull'agenda politica attuale (facendo riferimento alla conferenza di Parigi sul clima, COP21, del dicembre 2015).

Nel terzo paragrafo è stato specificato come il modello di Sviluppo Sostenibile si possa declinare in un modello di sviluppo economico: è stata così introdotta la Green Economy, definendone l'evoluzione sia in termini di definizioni, che di interesse da parte delle politiche pubbliche, comunitarie e nazionali. Il settore della Green Economy è stato quindi rappresentato dal punto di vista numerico (imprese, fatturato e occupazione), utilizzando i dati più recenti, su tre differenti livelli di scala: mondiale, italiana ed emiliano-romagnola.

Il passo successivo è stato quello di declinare il modello economico della Green Economy ai settori industriali: è stata introdotta l'Ecologia Industriale, il parallelismo tra tecnosfera e biosfera e il modello di chiusura dei cicli produttivi, con la valorizzazione di residui e sottoprodotti come materie prime seconde in ingresso di altri cicli. Gli strumenti considerati per applicare questi principi sono stati: Analisi dei flussi, Ecodesign, LCA, Politiche Verdi e Simbiosi Industriale.

La Simbiosi Industriale (e l'Economia Circolare) saranno oggetto di descrizione dettagliata all'interno del Capitolo 2.

La rappresentazione schematica del processo e dei principi descritti all'interno di questo Capitolo è data in Figura 15.

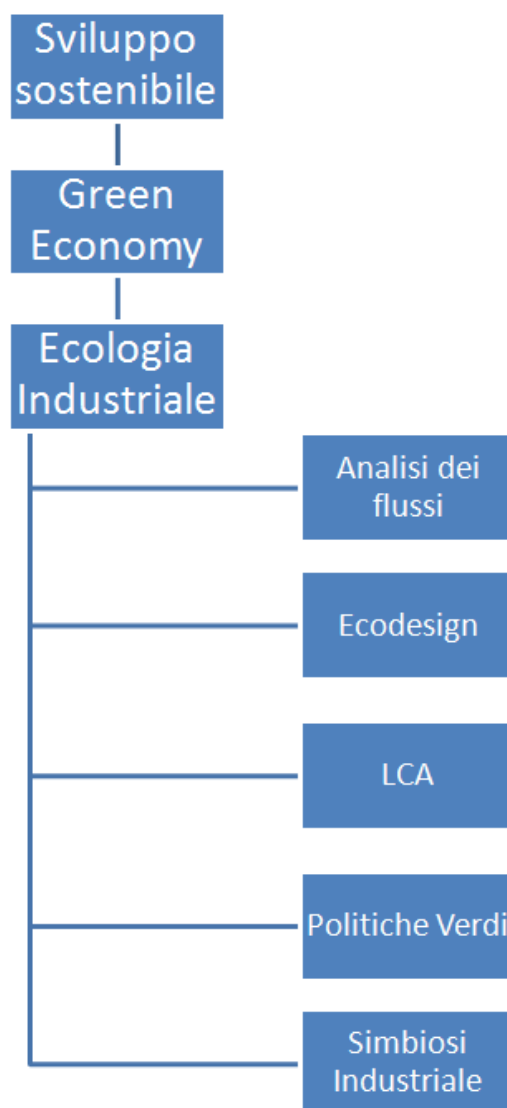


Figura 15: rappresentazione schematica dei modelli e degli strumenti descritti all'interno di questo Capitolo

Si può quindi affermare che i principi dell'Ecologia Industriale rispondono in modo sempre più esaustivo alle sfide che il sistema produttivo (e non solo) deve affrontare per migliorare progressivamente le proprie prestazioni ambientali, e allo stesso tempo rappresentano la base tecnico-scientifica a supporto delle grandi tematiche dello Sviluppo Sostenibile. Da questo punto di vista, strumenti come l'Analisi del Ciclo di Vita, l'Ecodesign e la Simbiosi Industriale risultano indispensabili al fine di ottenere un "Guadagno per l'Ambiente". Questo può accadere sulla base dell'ipotesi dell'Ecologia Industriale, per cui ogni tipologia di rifiuto deve essere considerato come un flusso

specifico di materiali, che possono diventare materie prime seconde per nuovi processi al fine di ottenere nuovi prodotti, o che possono fornire energia per alimentare altri impianti.

L'applicazione dei principi dell'Ecologia Industriale, come si vedrà più in dettaglio nel secondo Capitolo, è già visibile in Italia grazie alla creazione delle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA) e all'estero grazie ai Parchi Eco-Industriali (EIP). Gli sviluppi futuri, che dovranno essere incentivati dal governo tramite l'applicazione delle sopra-citate Politiche Verdi, riguardano il sostegno alla diffusione della Simbiosi Industriale, intesa come modello in grado di garantire uno sfruttamento efficiente delle risorse e dei sottoprodotti.

CAPITOLO 2 –ECONOMIA CIRCOLARE E SIMBIOSI INDUSTRIALE: MODELLI E STRUMENTI INNOVATIVI PER LA SOSTENIBILITÀ DEI PROCESSI PRODUTTIVI

1. Introduzione

La presa di coscienza riguardante la “non infinita” disponibilità di risorse del pianeta, avvertita a partire dai primi anni '70 e sviluppatasi in maniera sempre più intensa con il passare dei decenni, ha portato alla definizione della teoria dello Sviluppo Sostenibile, secondo cui è necessario impostare e seguire processi di sviluppo a livello mondiale che contemplino l'uso razionale delle risorse, il rispetto del contesto ambientale attuale e futuro, oltre che il mantenimento e la garanzia delle diversità biologiche, sociali e culturali.

Come descritto nel Capitolo 1, questo modello di sviluppo è evoluto nel corso del tempo, racchiudendo al suo interno istanze sempre più ampie (ma ragionevolmente comprese in un'ottica di benessere collettivo) e declinandosi in approcci più specifici.

Tra questi, la Green Economy ha rappresentato il primo tentativo di sviluppare il modello complessivo all'interno del contesto economico. Bisogna però specificare che l'Economia Verde costituisce un grande insieme che non va inteso come a sé stante rispetto all'economia convenzionale (ossia considerando i settori produttivi green come un mondo separato e a sé stante rispetto a quello costituito dai settori produttivi convenzionali), ma come un “di cui” dell'economia tradizionale, trasversale a tutti i settori.

La declinazione della Green Economy all'interno dei settori industriali convenzionali ha determinato la nascita di una nuova disciplina scientifica, l'Ecologia Industriale. Basata sul parallelismo tra tecnosfera e biosfera, ha introdotto il modello di chiusura dei cicli produttivi, il cui approccio si basa sul concetto di valorizzare residui e sottoprodotti in uscita dai processi industriali, rendendoli materie prime seconde in ingresso di altri processi. Il beneficio, chiaramente, è molteplice: ambientale (riducendo la produzione di rifiuti e il consumo di materie prime) ed economico (contribuendo a ridurre, per le aziende, i costi associati ai processi di smaltimento dei rifiuti e di approvvigionamento delle risorse).

La declinazione di questo approccio in un modello strategico ha portato, in tempi più recenti, alla nascita della Circular Economy (o Economia Circolare), che attualmente

rappresenta la strada intrapresa a livello di Comunità Europea per raggiungere una maggiore sostenibilità complessiva dei processi produttivi e dell'intero comparto industriale. In parallelo, l'utilizzo più efficiente delle risorse dovrebbe anche consentire ai Paesi della CE di ridurre la loro dipendenza dalle importazioni di materie prime strategiche.

Questo Capitolo vuole quindi descrivere l'Economia Circolare e uno dei suoi "strumenti applicativi", la Simbiosi Industriale, attualmente riconosciuta tra le modalità più innovative ed efficaci per la valorizzazione di residui e sottoprodotti come materie prime seconde in ingresso di altri processi produttivi.

2. Economia Circolare: il percorso e i contributi multidisciplinari verso il modello attuale

Come descritto all'interno del Capitolo 1, partendo dalle crisi energetiche degli anni '70 e arrivando all'attuale crisi economica e finanziaria, sono stati molteplici i segnali che si sono susseguiti e che hanno reso evidente l'inadeguatezza e l'anacronismo del modello di economia lineare, o economia *brown*, fino ad allora prevalente. L'approccio centrato sull'efficienza del settore privato, sul meccanismo di mercato e sulla sovrapproduzione, teorizzato da Friedman¹⁵, si è infatti sempre basato sull'ipotesi di disporre di risorse naturali (materiali ed energetiche) e umane (manodopera) infinite, e di determinare una crescita continua del benessere.

Questo modello, concettualizzato da Porter¹⁶ con la definizione *take – make – dispose* (prendi – realizza – smaltisci), è riportato in forma estesa in Figura 16.

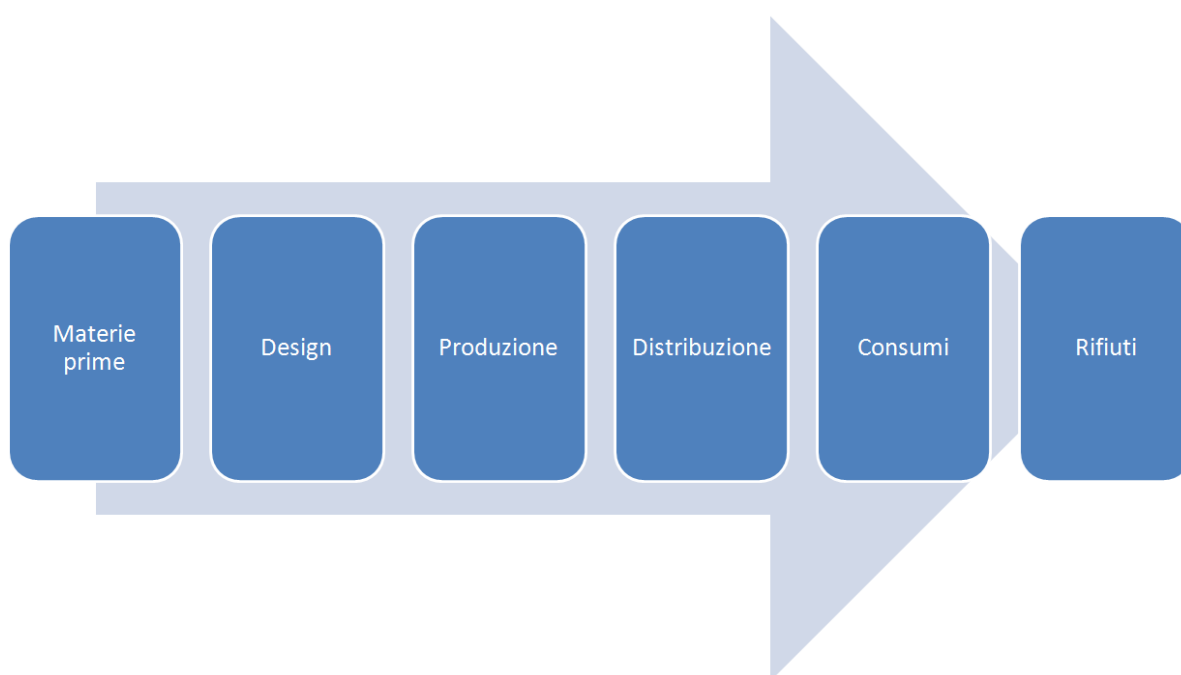


Figura 16: modello economico lineare, basato sull'ipotesi di disponibilità di risorse infinite e di possibilità infinite di smaltimento dei rifiuti. Elaborazione realizzata a partire dalle teorie di Friedman e di Porter

¹⁵ Milton Friedman (1912 – 2006) è stato un economista statunitense, esponente principale della “Scuola di Chicago”, scuola di pensiero economica volta a promuovere ipotesi di riforme in senso liberale e liberista dell'economia. Il pensiero e gli studi di Friedman hanno influenzato molte teorie economiche, soprattutto in campo monetario. È stato insignito del Premio Nobel per l'economia nel 1976.

¹⁶ Michael Eugene Porter (1947) è un accademico ed economista statunitense, attualmente professore alla Harvard Business School, dove dirige l'Institute for Strategy and Competitiveness. Porter è uno dei maggiori teorici della teoria della strategia manageriale mirata a determinare come un'impresa o uno Stato possano costruirsi un vantaggio competitivo. Tra questi aspetti, la disponibilità delle risorse e la “catena del valore”, citati all'interno di questo paragrafo, giocano un ruolo fondamentale.

La crescita senza precedenti nella richiesta delle risorse e i fallimenti dei mercati hanno portato prima alle crisi energetiche degli anni '70, poi alla crisi economica attuale.

Il sistema economico mondiale, secondo l'Organizzazione per la Cooperazione Economica e lo Sviluppo (OECD), consuma annualmente circa 65 miliardi di tonnellate di materie prime; in prospettiva, nel 2020 potrebbe arrivare a utilizzarne 82 miliardi (OECD, 2015).

I relativi trend stimati, espressi sia in variazione assoluta e variazione percentuale del quantitativo di risorse naturali estratte a livello mondiale nel periodo 1980 – 2020 che del relativo prezzo medio, sono riepilogati in Figura 17. All'interno del grafico sono riportati anche i valori stimati di estrazione pro capite in funzione dell'anno.

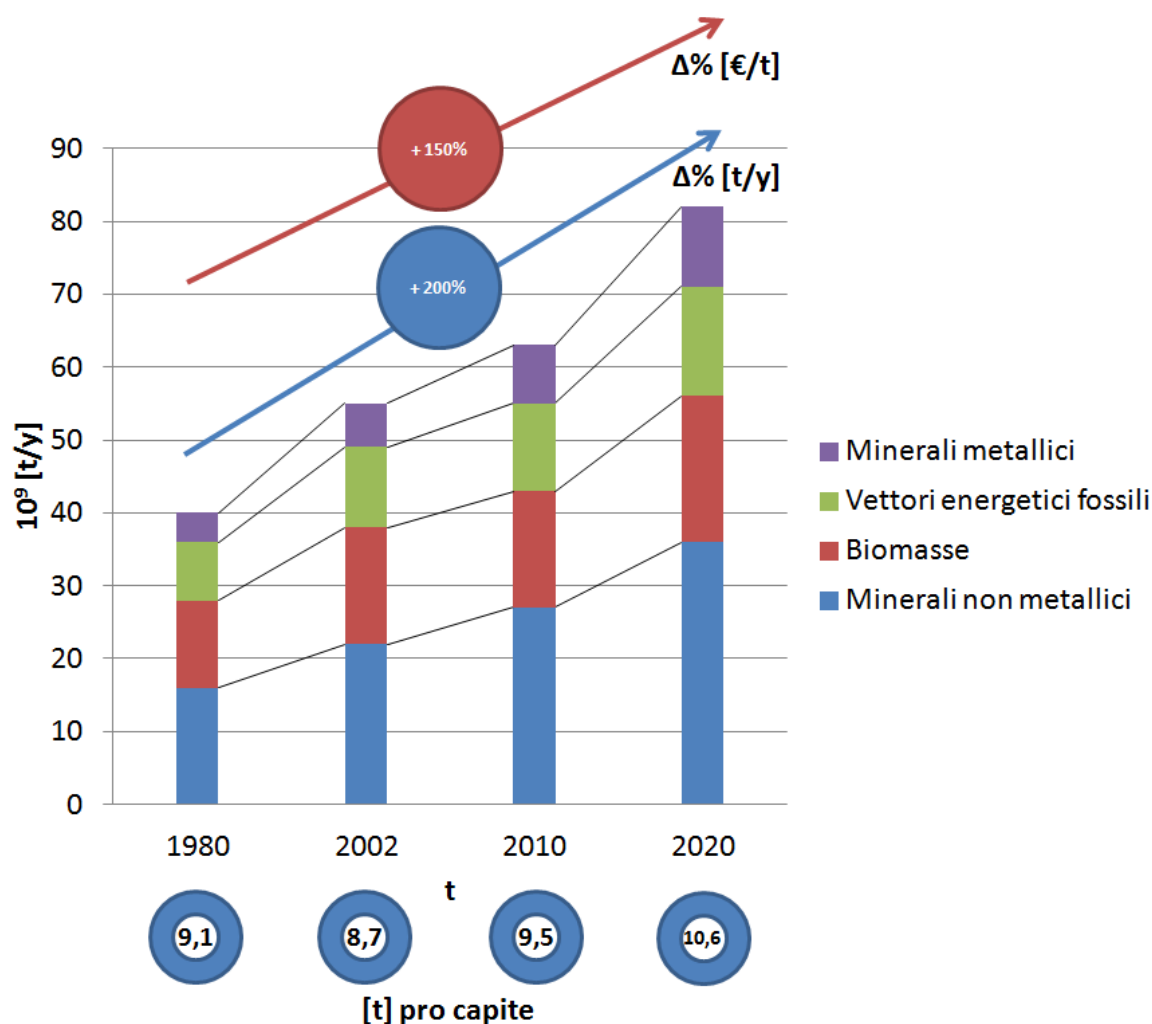


Figura 17: andamento stimato dell'estrazione globale di risorse naturali nel periodo 1980 – 2020, in valore assoluto, valore percentuale e valor medio pro capite.
Elaborazione realizzata a partire dai dati OCSE 2002, dai dati dello Scenario Estrattivo OCSE per il 2020 e dai dati di QualEnergia

Come si può notare dal grafico, i consumi si sono incrementati costantemente, sia in valore percentuale, che in valore assoluto globale e pro capite: questo, in passato, è stato

determinato anche dalla discesa dei prezzi delle risorse naturali, fenomeno che a sua volta ha supportato la crescita economica nelle economie avanzate. Anche per questo motivo legato al basso prezzo di approvvigionamento, il recupero di questi materiali non è mai stato ritenuto una priorità economica.

Dal 2000, però, i prezzi dei beni tradizionalmente considerati *commodity*¹⁷ (tra questi, anche le risorse naturali) sono costantemente aumentati, subendo un incremento pari quasi al 150% tra il 2002 e il 2010 (McKinsey&Company, 2013).

L'andamento del prezzo delle risorse nel periodo 1900 – 2013, calcolato mediante il “McKinsey Commodity Price Index”¹⁸, è riportato in Figura 18, ripresa dal report “Resource Revolution: tracking global commodity markets” (McKinsey&Company, 2013).

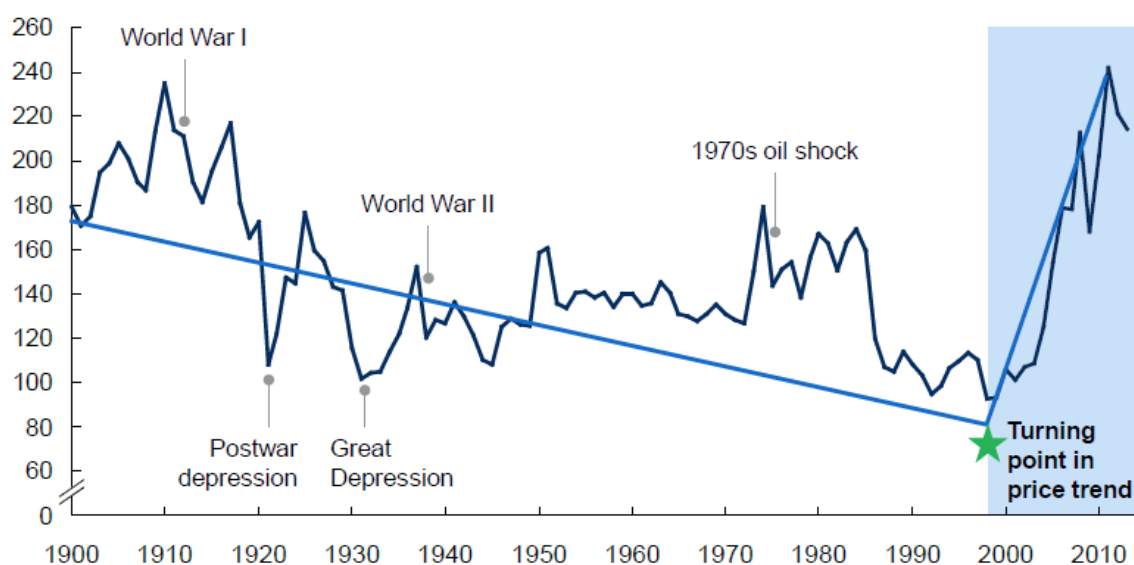


Figura 18: variazione del prezzo delle risorse nel periodo 1900 – 2013, calcolato sulla base del “McKinsey Commodity Price Index”. Immagine tratta dal report “Resource Revolution: tracking global commodity markets” (McKinsey&Company, 2013)

¹⁷ Con il termine inglese “commodity” si intende un generico bene per il quale esiste una domanda, che è offerto sul mercato senza differenze qualitative, che è fungibile (ossia ha indicativamente le stesse caratteristiche indipendentemente da chi lo produce) e il cui prezzo viene determinato dal mercato. L’etimologia deriva dal francese “commodité”, col significato di ottenibile comodamente, pratico.

Una *commodity* deve quindi essere:

- Standardizzata: ciò ne consente l’agevole negoziazione sui mercati internazionali.
- Facilmente immagazzinabile.
- Conservabile nel tempo, così da non perdere le caratteristiche originarie.

Generalmente le *commodity* sono prodotti agricoli o prodotti di base non lavorati (come l’oro, il sale, lo zucchero e il caffè). I prodotti chimici appartenenti alla classe delle *commodity* vengono anche chiamati *bulk chemicals* (Treccani, 2015).

¹⁸ Indice realizzato da McKinsey e basato sulla media aritmetica di quattro sotto-indici relativi a quattro tipologie di *commodity*: cibo, materie prime non alimentari per l’agricoltura, metalli, energia (McKinsey&Company, 2013).

Contestualmente all'aumento del prezzo, molti elementi fondamentali per i processi industriali stanno progressivamente riducendo le loro disponibilità e potrebbero esaurirsi in breve tempo, a meno di ripensare alle relative modalità di approvvigionamento e utilizzo.

Questa problematica è particolarmente sentita da parte della Comunità Europea, che nel 2011 ha cercato di “dimensionarla”, identificando una lista di 14 “materie prime critiche” (“*Critical Raw Materials*”), poi aggiornata a 20 nel 2014 (Commissione Europea, 2014). Dalle indagini condotte, si stima che l'Unione Europea sia in grado di coprire, con la propria produzione interna, meno del 9% del proprio fabbisogno annuale di materie prime critiche (Commissione Europea, 2014): chiaramente, ciò ha reso ancora più urgente per l'UE l'individuazione di un modello in grado di ridurre la propria dipendenza dalle importazioni di risorse dal di fuori dei propri confini. Peraltro, “si stima che l'aumento del costo di estrazione delle risorse avrà un impatto sul business ancora maggiore della futura riduzione nella disponibilità delle risorse stesse” (GEO - The Green Economy Observatory, 2015).

A tali considerazioni, relative alla disponibilità di materie prime, ne vanno aggiunte altre inerenti le richieste del mercato, in continua crescita: altre stime prevedono un incremento pari 3 miliardi di nuovi consumatori della classe media entro il 2030, soggetti ai quali bisognerà garantire beni, prodotti e servizi (McKinsey & Company, 2015).

È questo insieme di scenari e valutazioni che ha dimostrato (e sta tuttora dimostrando) l'insostenibilità del modello lineare, aprendo le porte alle tematiche precedentemente definite: la scarsità delle risorse, il mantenimento degli ecosistemi naturali, l'esigenza di produrre energia in maniera sostenibile, l'importanza di preservare il capitale naturale per le generazioni future.

Tutti questi elementi, nel tempo, hanno portato all'elaborazione di una teoria completa dell'economia dello sviluppo, comprensiva al suo interno di forti connotazioni ambientali, ecologiche e sociali: la *Green Economy*, definita all'interno del Capitolo 1, che si incardina attorno alla produzione sicura e pulita (*clean*) dei beni, al mantenimento degli ecosistemi naturali, alla minimizzazione delle emissioni climalteranti e dell'effetto antropico sul clima, senza trascurare l'uso efficiente delle risorse non rinnovabili e la massimizzazione nell'uso delle fonti rinnovabili.

All'interno di questo modello, ha trovato spazio soprattutto in tempi recenti il modello “più focalizzato”(Martens, 2013) della *Circular Economy*. Anch'essa è intesa come una delle

risposte al desiderio di crescita sostenibile, nel quadro della pressione crescente a cui produzione e consumi sottopongono le risorse mondiali e l'ambiente.

L'Economia Circolare trae origine da un insieme di concetti e punti di vista in materia di efficienza nell'uso delle risorse che si sono sviluppati separatamente attraverso differenti scuole di pensiero, fino a saldarsi, dando origine all'attuale definizione. Questi contributi sono stati riepilogati e sintetizzati di seguito.

Cradle to Cradle

Secondo la Ellen Mac Arthur Foundation, uno dei *player* più rilevanti a livello mondiale sul tema dello Sviluppo Sostenibile¹⁹, uno dei primi approcci verso un sistema circolare è stato quello proposto alla fine degli anni '70 dal chimico tedesco Michael Braungart²⁰ e dall'architetto americano William McDonough²¹, secondo il concetto “*cradle to cradle*”, ossia “dalla culla alla culla” (spesso sintetizzato anche come “C2C”). Secondo questo modello, rivolto alla progettazione di sistemi, bisogna adattare all'industria i modelli della natura, cioè convertire i processi produttivi e commerciali assimilando i materiali usati a elementi naturali, o “nutrienti”, che devono quindi rigenerarsi. Ciò avviene prendendo il “metabolismo biologico” come modello per un “metabolismo tecnico” applicato ai flussi materiali.

Il principio fondante è quello secondo cui l'industria deve preservare e valorizzare gli ecosistemi e i cicli biologici della natura, pur mantenendo i cicli produttivi. Si parla cioè di una visione olistica, all'interno della quale la dimensione industriale e sociale devono coesistere all'interno di un quadro economico che intende creare sistemi che non siano solo efficienti, ma anche compatibili dal punto di vista ambientale. Chiaramente, questo modello non si limita ai soli processi industriali e manifatturieri, ma si può applicare anche agli ambienti urbani, all'edilizia e ai sistemi sociali.

¹⁹ La Ellen Mac Arthur Foundation è una Fondazione creata nel 2010 con lo scopo di contribuire ad accelerare la transizione verso la *Circular Economy*. L'attività della Fondazione si concentra su tre aree (comprensione e analisi; imprese e governo; istruzione e formazione) ed è mirata a quantificare il potenziale economico del “modello circolare” e a sviluppare approcci per massimizzare tale valore.

La Fondazione collabora con diversi Global Partners (Cisco, H&M, Kingfisher, Google, Philips, Renault, Unilever, in Italia Intesa San Paolo), e gestisce la rete “CE100” (composta da imprese, governi nazionali e autorità cittadine), con cui promuove iniziative imprenditoriali “circolari” e sviluppa le capacità dei suoi partner. Attualmente la Ellen Mac Arthur Foundation sta anche creando una piattaforma di insegnamento e apprendimento dedicata all'Economia Circolare, in cui sono coinvolte numerose università a livello mondiale.

Per ulteriori informazioni, visitare il sito: www.ellenmacarthurfoundation.org.

²⁰ Michael Braungart (1958) è un chimico tedesco, attualmente Professore di Ingegneria dei Processi all'Università di Scienze Applicate di Suderburg.

²¹ William Andrews McDonough (1951) è un designer americano, i cui studi si sono concentrati sul design per la sostenibilità.

Per raggiungere l'obiettivo, l'approccio C2C si focalizza sull'aspetto di design per l'efficienza, intesa come massimizzazione degli aspetti positivi dei prodotti e riduzione degli effetti negativi. I componenti sono così progettati per essere recuperati e riutilizzati continuamente, eliminando il concetto di rifiuto: "il rifiuto è come cibo", e i cicli di vita dei prodotti sono studiati in modo tale da essere sicuri per la salute umana e dell'ambiente. A corollario di questo aspetto fondamentale, anche l'idea di massimizzare l'uso delle energie rinnovabili e di rispettare i sistemi umani e naturali "celebrando le diversità" (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Economia delle prestazioni

Un altro punto di vista che ha contribuito alla definizione complessiva del modello attuale di Economia Circolare è stato quello sviluppato dall'architetto e analista Walter Stahel²². Nel 1976 Stahel, in collaborazione con Genevieve Reday²³, realizzò per la Commissione Europea il report "The potential for substituting manpower for energy", all'interno del quale era anticipata per la prima volta la visione di un'economia che si sviluppava attraverso cicli chiusi. Erano diversi i fattori che, secondo questo documento, potevano contribuire al raggiungimento dell'obiettivo: l'estensione della vita dei prodotti, l'utilizzo di beni di lunga durata, attività e processi di ricondizionamento, prevenzione alla produzione dei rifiuti.

La definizione di questo modello si è evoluta nel tempo, ma un aspetto fondamentale rimasto inalterato riguarda la necessità di rafforzare la vendita di servizi invece che di prodotti²⁴: il nome originario di questa teoria, infatti, era "economia dei servizi funzionali", poi divenuto "economia delle prestazioni".

Va sottolineato che, secondo l'approccio di Stahel, l'Economia Circolare è un concetto generico, che si articola in diversi approcci specifici, costruiti intorno a un insieme di principi base (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

²² Walter R. Stahel (1946) è un architetto svizzero, co-fondatore del "Product Life Institute" di Ginevra e autore, nel 2006, del libro "The Performance Economy".

²³ Genevieve Reday-Mulvey è un accademico svizzero, attualmente responsabile del progetto di ricerca "The Flour Pillars" condotto dall'Associazione di Ginevra.

²⁴ Va riconosciuto che questa visione, probabilmente molto ardita alla fine degli anni '70, nel 2000 è poi divenuta realtà. Per citare l'articolo di Thomas Friedman sul "The New York Times" del 23 maggio 2015, "Uber, la più grande compagnia di taxi al mondo non possiede vetture. Facebook, proprietario del social network più popolare del mondo, non crea contenuti. Alibaba, il rivenditore on line più efficace al mondo, non ha prodotti in magazzino. Airbnb, il più grosso fornitore al mondo di soggiorni alberghieri, non possiede una sola casa. Amazon, il più grande commerciante al mondo, non possiede alcun negozio". È "la quarta rivoluzione industriale", secondo la definizione data da Klaus Schwab al World economic forum di Davos, realizzata appunto da società che forniscono servizi e non prodotti. In questa economia vincono le aziende che possiedono un patrimonio non materiale, ma di Big data e di sistemi per interpretarli e usarli, oltre che di software per disegnare la miglior interfaccia possibile con i consumatori.

Ecologia Industriale

L'Ecologia Industriale (già descritta nel Capitolo 1 e di seguito solo sintetizzata nell'ottica di descriverne il contributo verso la formulazione dell'Economia Circolare) è una disciplina scientifica nata tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90. Inizialmente ha contribuito (insieme agli altri “punti di vista” descritti in questo paragrafo) alla definizione del complesso di principi alla base dell'Economia Circolare; attualmente, in seguito all'evoluzione di questi concetti, viene ritenuta uno degli strumenti, o delle modalità di applicazione, della *Circular Economy* stessa.

Questa branca studia i flussi materiali ed energetici che attraversano e caratterizzano i sistemi industriali, e si focalizza sulle connessioni e sui parallelismi tra sistema umano (inteso come sistema produttivo, ma anche sociale e culturale) e ambiente, la biosfera. L'obiettivo finale consiste nel progettare e realizzare processi industriali a ciclo chiuso, in cui i rifiuti divengono input per altri processi, andando così a eliminare il concetto di sottoprodotto di scarto. Il punto di vista adottato è sistemico, mirato alla progettazione di interi processi produttivi nel rispetto di vincoli ecologici, mantenendo sempre alta l'attenzione nei confronti degli impatti finali sull'ambiente.

Data la natura interdisciplinare dell'Ecologia Industriale (che fa riferimento prevalentemente a scienze ambientali, ingegneria e scienze sociali), spesso per definirla si usa anche il termine “scienza della sostenibilità”: sostenibilità intesa non solo del settore industriale, ma anche dei servizi e, più in generale, sociale. Focalizzandosi sul mantenimento del capitale naturale, infatti, questa disciplina cerca di mantenere elevato anche il benessere sociale.

Biomimetica

Questo approccio è più recente, e deriva dagli studi di Janine Benyus²⁵, autrice nel 2002 del libro “Biomimetica: innovazione ispirata dalla Natura”. L'idea alla base di questa disciplina è lo studio consapevole dei processi biologici e biomeccanici della natura come fonte di ispirazione per il miglioramento delle attività e tecnologie umane: le migliori “idee” della natura sono individuate e studiate, così da imitarne i design e i processi.

I tre principi chiave di questa disciplina perciò possono essere riassunti come segue:

²⁵ Janine M. Benyus (1958) è una scrittrice americana, esperta di scienze naturali e innovazione.

- Natura intesa come Modello (Model): bisogna studiare i modelli naturali ed emularne le forme, i processi, i sistemi e le strategie al fine di risolvere i problemi dell'uomo.
- Natura intesa come Misura (Measure): bisogna utilizzare standard ecologici per giudicare e valutare la sostenibilità delle nostre innovazioni.
- Natura intesa come Guida (Mentor): la Natura non va intesa solo come il bacino dal quale possiamo estrarre le risorse di cui abbiamo bisogno, ma come un riferimento dal quale imparare e trarre spunti.

Analogamente, si possono sintetizzare gli aspetti fondamentali che caratterizzano i sistemi naturali e che bisognerebbe cercare di replicare in quelli industriali e non solo. I sistemi naturali:

- Funzionano secondo cicli chiusi: non esiste il concetto di rifiuto.
- Si fondano su interdipendenza, interconnessione, cooperazione, processi che sono alla base di tutti i sistemi viventi.
- Funzionano tramite l'energia solare.
- Rispettano e moltiplicano la diversità.

Economia Blu

L'Economia Blu è un modello di business globale, inizialmente proposto da Gunter Pauli²⁶ nel libro "The Blue Economy: 10 years, 100 Innovations. 100 Million Jobs", che ha come obiettivo la creazione di un ecosistema sostenibile grazie alla trasformazione di sostanze altrimenti sprecate in merce redditizia. Il suo focus principale, quindi, non consiste nell'aumentare gli investimenti in tutela dell'ambiente, ma fare leva sull'innovazione tecnologica (applicata a tutti i settori dell'economia) per minimizzare gli impatti sull'ambiente, creando al contempo posti di lavoro e benessere distribuito.

Questa disciplina è l'ultima tra quelle che, in misura diversa, hanno contribuito nel tempo alla definizione del complesso di principi dell'Economia Circolare. Di fatto si può intendere come un'evoluzione (influenzata anche dalla Biomimetica) della *Green Economy*: mentre quest'ultima prevede una riduzione di CO₂ entro un limite accettabile, l'Economia Blu prevede di arrivare a emissioni zero di CO₂. Il suo fondatore lo intende

²⁶ Gunter Pauli (1956) è un economista, imprenditore e scrittore belga, ideatore del modello dell'Economia Blu. È il fondatore della "Zero Emissions Research Initiative", una rete internazionale di scienziati, studiosi ed economisti che si dedicano alla ricerca di soluzioni innovative nell'ambito delle tecnologie di produzione e dei modelli di consumo, al fine di ridurre l'impatto ambientale complessivo.

anche come un movimento “open source”, basato su ventuno principi chiave e mirato alla diffusione di casi applicativi che ne dimostrino l’efficacia reale.

Tutte queste discipline e questi punti di vista in materia di sostenibilità ed efficienza nell’uso delle risorse hanno così contribuito, nel tempo, alla realizzazione dell’attuale modello di Economia Circolare. Questo processo è semplificato e schematizzato in Figura 19.

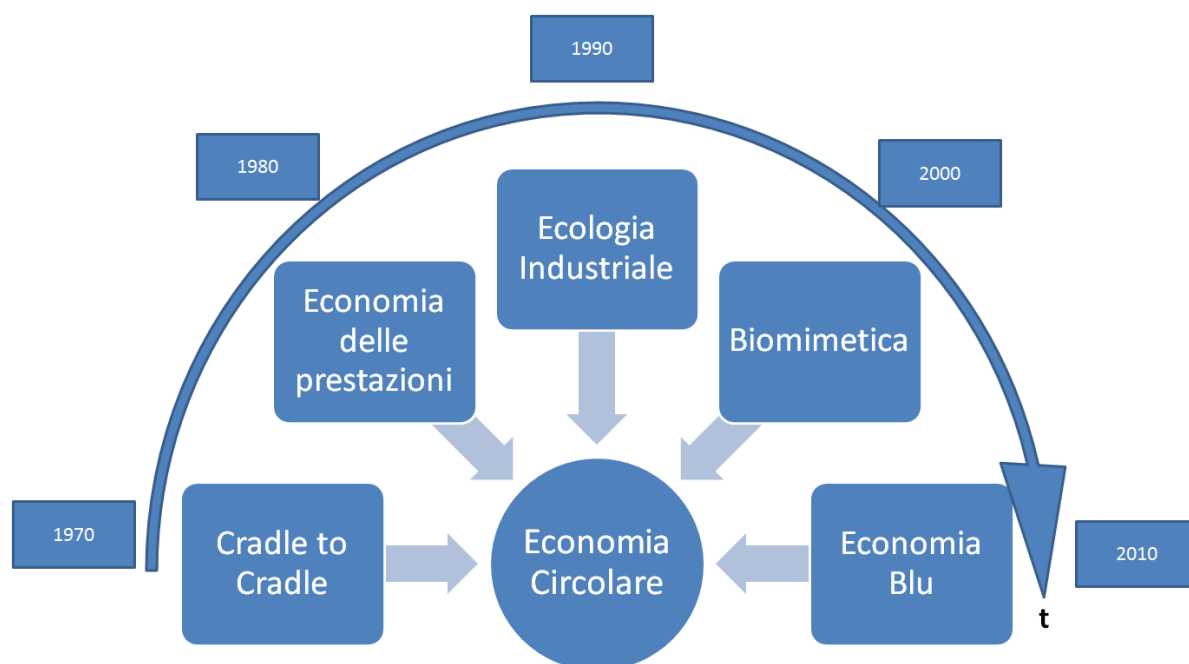


Figura 19: Schematizzazione dei contributi forniti dalle differenti discipline alla definizione dell’attuale modello di Economia Circolare. Sono riportati anche gli anni (indicativi) in corrispondenza dei quali queste teorie sono state sviluppate

3. Economia Circolare: definizioni, principi, modello ideale, criticità e modello reale

Aggregando i contributi delle discipline precedentemente descritte, tutte relative al tema dell'uso efficiente e sostenibile delle risorse naturali, si è arrivati alla definizione del concetto di Economia Circolare come risposta al desiderio di crescita sostenibile, nel quadro della pressione crescente a cui produzione e consumi sottopongono le risorse mondiali e l'ambiente (Commissione Europea, Direzione Generale Ambiente, 2014).

Secondo la definizione più riconosciuta e condivisa a livello mondiale, quella che ne dà la Ellen MacArthur Foundation, l'Economia Circolare “è un'economia che ricostituisce e rigenera, per mezzo della progettazione, e il cui obiettivo è di mantenere i prodotti, i componenti e i materiali al loro massimo valore di utilità in ogni momento. Riproduce la natura nel migliorare e ottimizzare in modo attivo i sistemi mediante i quali opera” (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Questo modello si può perciò interpretare come un ciclo in sviluppo continuo, che preserva e incrementa il valore del capitale naturale, ottimizza la disponibilità delle risorse e minimizza i rischi di sistema, utilizzando risorse finite e perlopiù rinnovabili.

Questa visione dell'Economia Circolare è in linea con quella ufficiale della Comunità Europea, secondo cui “nella *Circular Economy* il valore dei prodotti e dei materiali viene mantenuto il più a lungo possibile. Sono minimizzati sia la produzione di rifiuti che l'uso delle risorse; queste ultime sono mantenute all'interno dell'economia anche quando i prodotti raggiungono il fine-vita, tramite il loro riuso, così da creare ulteriore valore. Questo modello può creare nuova occupazione a livello europeo, promuovere innovazione che porti all'ottenimento di vantaggi competitivi e proteggere l'uomo e l'ambiente. Inoltre può fornire prodotti innovativi e più duraturi ai consumatori, garantendo loro risparmi economici e un aumento nella qualità di vita” (Commissione Europea, 2015).

In sintesi l'Economia Circolare fornisce meccanismi di creazione del valore che sono però disaccoppiati dal consumo di risorse: in un modello circolare ideale (che, secondo la definizione della Ellen MacArthur Foundation, disaccoppia cicli biologici e cicli tecnologici a seconda delle tipologie di risorse coinvolte) le risorse sono rigenerate o recuperate, e i consumi minimizzati. Nei cicli biologici è la natura che processa i residui (ad esempio, quando si smaltiscono sottoprodotti non tossici mediante compostaggio), nei cicli tecnologici è l'intervento umano che deve recuperare i materiali, riducendone

“l’entropia”²⁷ e permettendone il nuovo ingresso all’interno del ciclo produttivo. Lo schema sintetico rappresentativo di questo modello è rappresentato in Figura 20.

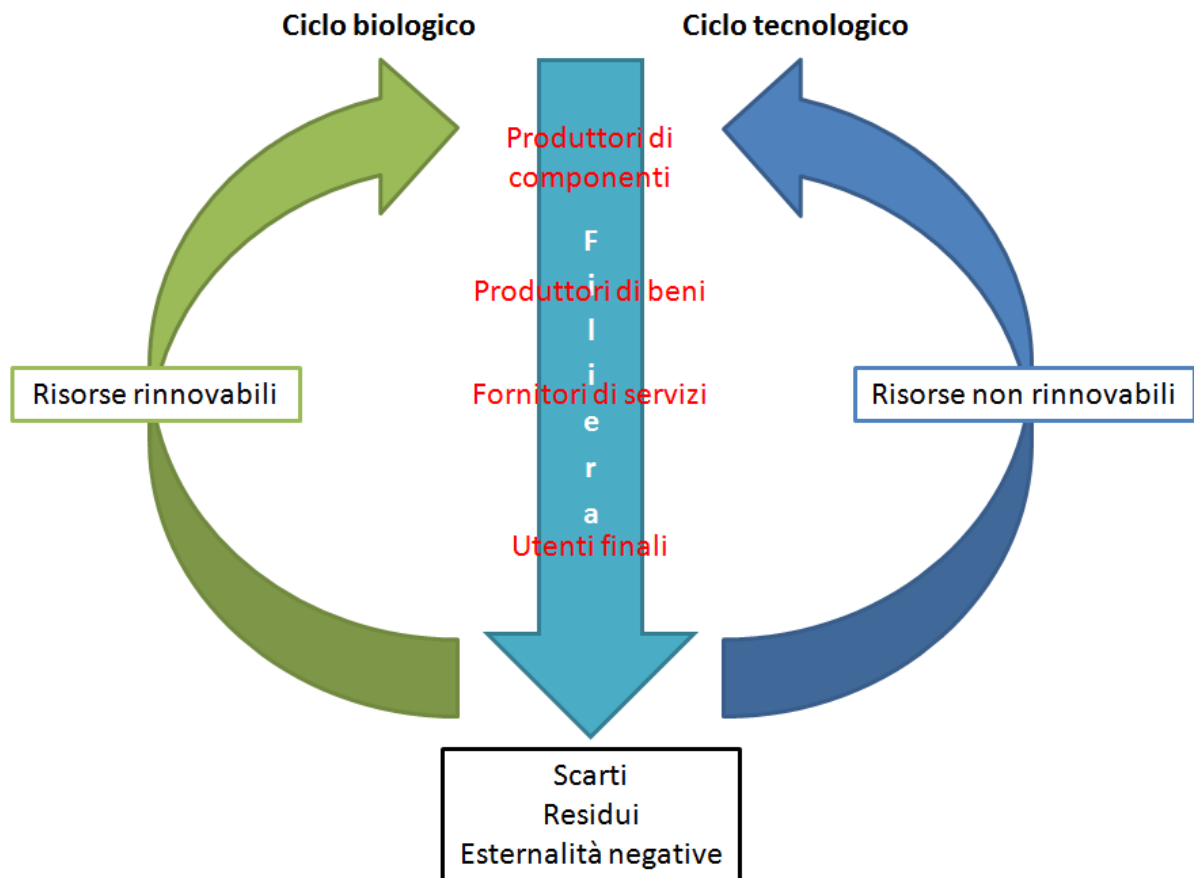


Figura 20: schema sintetico del modello di Economia Circolare. Elaborazione realizzata a partire dai dati e dalle definizioni della Ellen MacArthur Foundation

Questo modello si basa su tre principi fondamentali, di seguito riepilogati (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

1. Preservare e incrementare il capitale naturale: ciò deve avvenire utilizzando risorse finite e bilanciando i flussi di risorse rinnovabili. Questo principio è associato al processo di “dematerializzazione”, ossia alla capacità di fornire quanti più servizi possibile in maniera virtuale, minimizzando il consumo di risorse. Nel momento in cui invece è necessario consumare delle risorse materiali, bisogna scegliere tecnologie e processi efficienti e che utilizzano risorse rinnovabili.

²⁷ Si passi il parallelismo termodinamico, intendendo estensivamente con “entropia” il disordine di un sistema. I rifiuti e i sottoprodotti si possono così considerare come un sistema “disordinato”; in seguito all’intervento umano, che richiede un consumo (variabile) di energia, questi tornano a essere un sistema più o meno “ordinato” (materie prime seconde di maggiore o minore qualità) che può quindi rientrare all’interno del ciclo tecnologico.

2. Ottimizzare la disponibilità delle risorse: ciò deve avvenire mantenendo prodotti, componenti e materiali al più alto livello di utilità e valore in ogni momento del ciclo. Per raggiungere questo obiettivo bisogna perciò lavorare sui processi di riparazione, riciclo, recupero e condivisione: questi consentono di estendere la vita dei prodotti, di ottimizzare il riuso e di realizzare cicli più corti, minimizzando il consumo di energia correlato.
3. Incrementare l'efficienza di sistema: ciò deve avvenire minimizzando le esternalità negative, sia umane che naturali.

3.1. Modello ideale

Semplificando, si può quindi definire questo modello come un'economia all'interno della quale i capitali naturali devono essere protetti, mantenuti (o addirittura ricostruiti). I rifiuti di un processo industriale non risultano più semplicemente scarti, ma possono rientrare all'interno di altri processi (o dello stesso processo), con il molteplice beneficio di ridurre il consumo di risorse e la produzione di rifiuti, oltre che di "allungare" la catena del valore industriale.

Come si può notare nel richiamo ai modelli naturali (contenuto nella prima definizione) e nell'attenzione per l'ambiente e le risorse, questo approccio risente fortemente dei punti di vista e dei contributi descritti all'interno del paragrafo precedente, in particolar modo di quello della Biomimetica.

Il ciclo ideale rappresentativo del modello di Economia Circolare si può ottenere a partire da quello considerato in precedenza, dettagliando le fasi della filiera e i passaggi che costituiscono il processo produttivo, di consumo e di recupero. Questo schema è rappresentato in Figura 21.

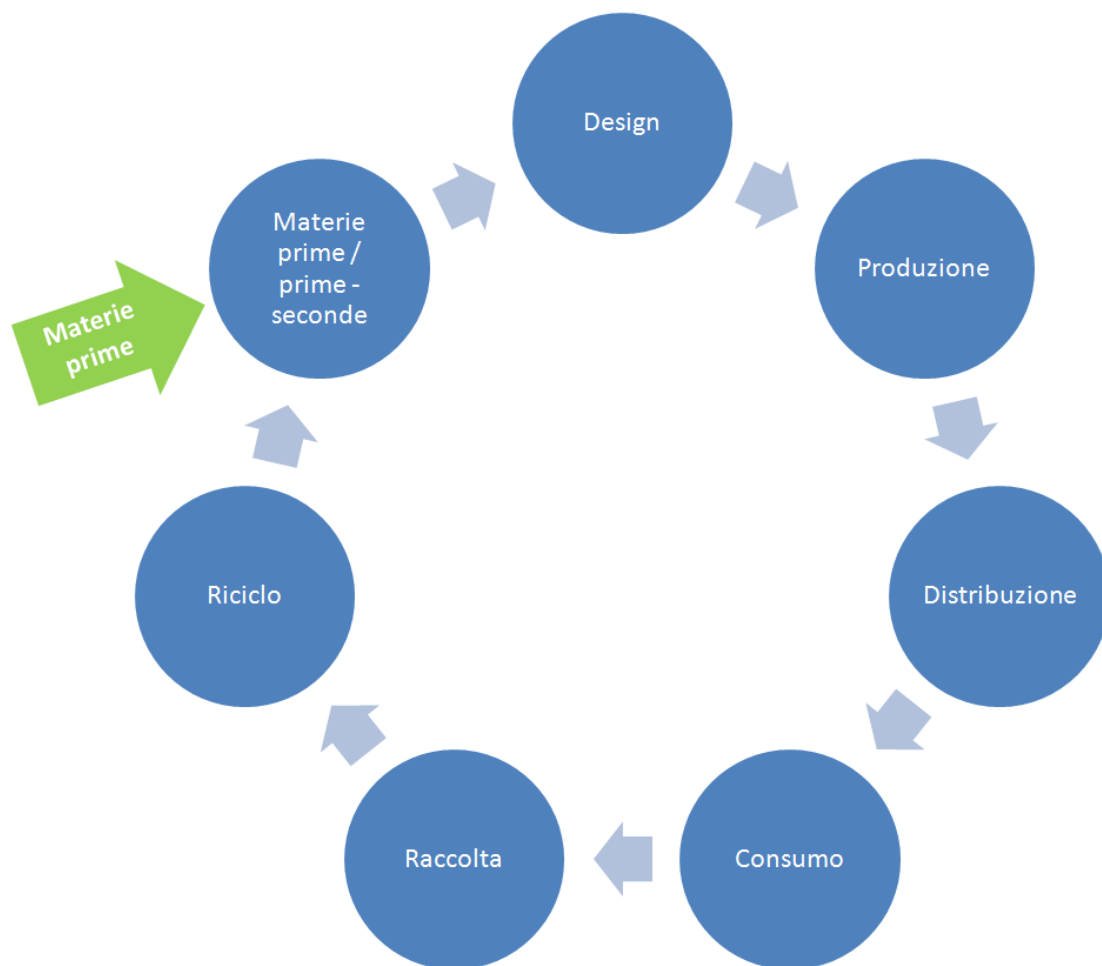


Figura 21: Schema rappresentativo del ciclo ideale che caratterizza il modello di Economia Circolare. Elaborazione realizzata a partire dalla definizione della Commissione Europea e della Ellen MacArthur Foundation

Va sottolineato che questo schema rappresenta una condizione ideale, in quanto non sono presenti scarti: tutti i residui e i sottoprodotti, infatti, vengono nuovamente immessi all'interno dei processi produttivi e mantenuti così all'interno della catena del valore.

Nel caso ideale, questo può avvenire indefinitamente: i flussi, che entrano nei processi industriali attraverso il ciclo biologico (in cui i materiali sono progettati per tornare in sicurezza nella biosfera) e quello tecnico (in cui i materiali circolano e possono rientrare in altri processi avendo sempre un alto livello di qualità e senza impattare la biosfera), sono sempre “puri” e di qualità, così da garantire un elevato valore aggiunto.

3.2. Modello reale e criticità

Chiaramente, nel caso reale ci sono delle differenze significative: in ogni fase del ciclo vengono infatti prodotti rifiuti e scarti (in misura direttamente proporzionale al quantitativo di risorse utilizzate e inversamente proporzionale all'efficienza del processo, sempre inferiore al 100%). Questi, per quanto si cerchino di applicare politiche e modalità di recupero, non sono però riciclati e re-inseriti all'interno dei processi nella loro totalità. Come sottolinea il Green Economy Observatory, "le capacità di recupero sono ancora limitate": questa considerazione è dimostrata dall'incremento costante nella richiesta di risorse (se tutti i residui potessero essere recuperati non ci sarebbe bisogno di approvvigionarsi in maniera così massiccia di risorse naturali) riportato in Figura 17, oltre che dal fatto che "solo un terzo dei 60 più comuni metalli fa riscontrare un tasso di riciclo a fine vita maggiore del 25%" (GEO - The Green Economy Observatory, 2015).

Volendo allargare la considerazione alle 20 "materie prime critiche", secondo la definizione della Commissione Europea, si nota che i tassi di riciclo a fine vita sono ancora più bassi: solo due categorie (i metalli del gruppo del platino e il tungsteno) hanno tassi di recupero superiori al 20% (Commissione Europea, 2014).

Il modello ciclico di Economia Circolare che risente del solo effetto negativo connesso alle criticità dei processi di recupero (scarsa capacità di recupero e riuso) e alla conseguente generazione di scarti non riutilizzabili in questa fase, è riportato in Figura 22. Anche questo, come si vedrà nel seguito, non corrisponde però ancora al caso reale di modello economico e produttivo circolare.

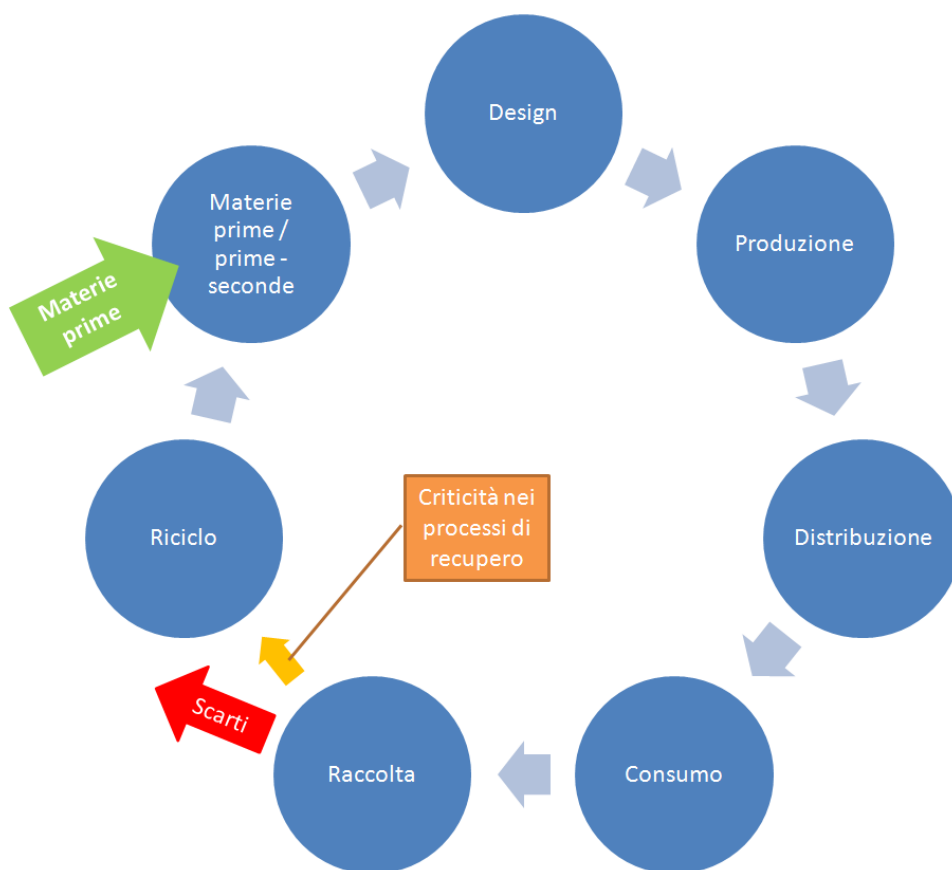


Figura 22: Schema rappresentativo del ciclo che caratterizza il modello di Economia Circolare, in cui è stata considerata la criticità connessa ai processi di recupero

La capacità di realizzare un modello realmente circolare, infatti, non è legata solo alla capacità di selezionare e riutilizzare -o riciclare- i residui e sottoprodotti dei processi produttivi, ma anche alla capacità di aumentare l’efficienza complessiva dei processi. Ciò significa ottenere gli stessi effetti finali (beni e servizi prodotti) utilizzando meno risorse in ingresso, riducendo il quantitativo di residui e sottoprodotti generati e aumentando la capacità di riutilizzare questi scarti.

Si tratta cioè di sostituire in misura sempre maggiore l’attuale concetto di “fine vita” di un prodotto (e conseguente smaltimento e generazione di rifiuti) con quello di “ricostruzione” o “rigenerazione”, facendo sempre più leva sulla progettazione innovativa (mediante standardizzazione e modularità dei componenti) e sull’uso di risorse rinnovabili. Estremizzando, si tratta di “progettare i rifiuti” (Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2015), nel senso di ottimizzare le caratteristiche dei prodotti così da favorire il processo di smontaggio, recupero e riuso.

Questa modalità di progettazione non è però ancora applicata in misura diffusa, a causa di molteplici motivi, descritti nel seguito. Esistono quindi numerosi fattori di inefficienza, oltre alla ridotta capacità di recupero, che inficiano il modello circolare ideale, rendendolo un modello reale. Questi sono definiti “forze centrifughe” (GEO - The Green Economy Observatory, 2015), che anche visivamente si possono immaginare come fuoriuscite di materiale dal ciclo complessivo (con portate e incidenze diverse nelle varie fasi). Questo modello reale di Economia Circolare, contenente le inefficienze che incidono sui vari passaggi del processo, è rappresentato in Figura 23.

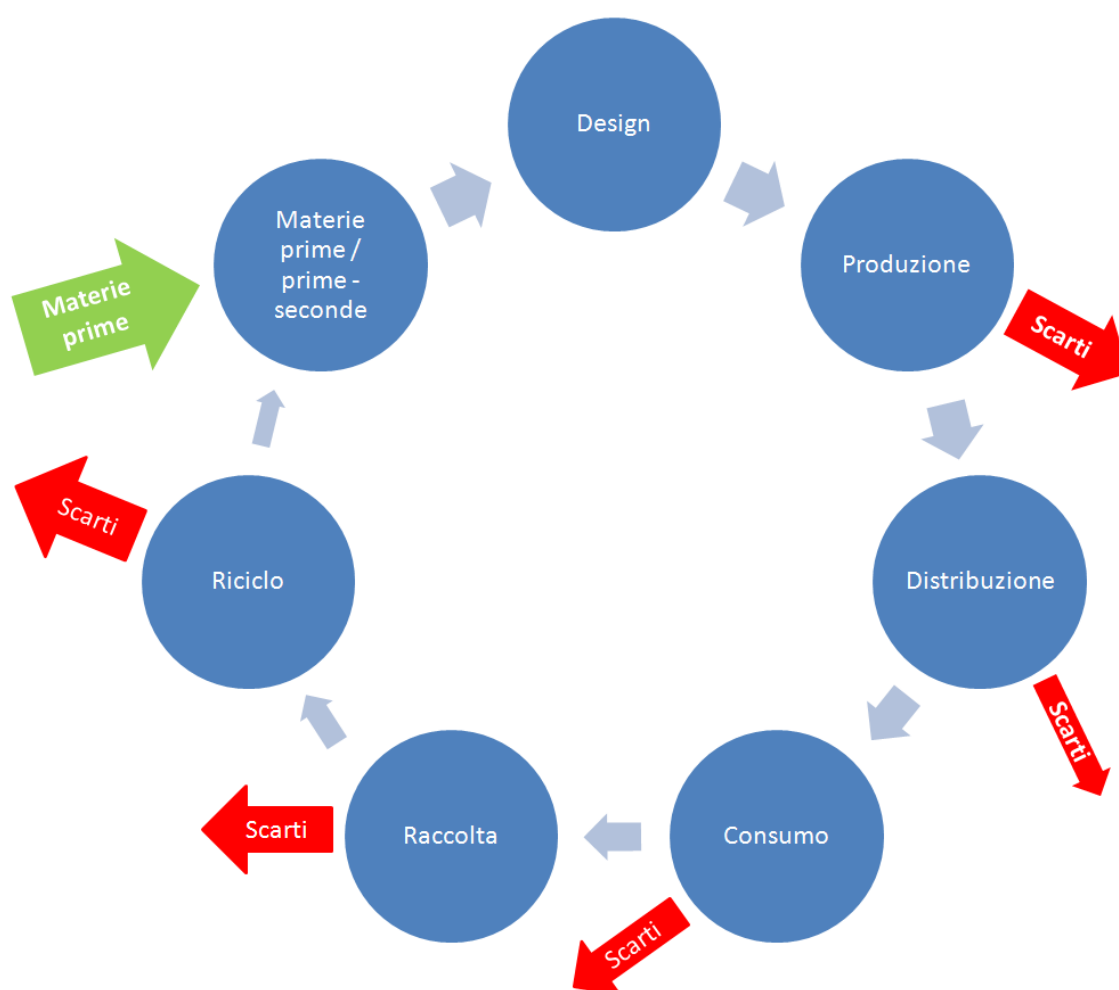


Figura 23: Schema rappresentativo del ciclo che caratterizza il modello reale di Economia Circolare, in cui sono state considerate le “forze centrifughe” che determinano perdite di efficienza (di peso differente) nelle varie fasi del processo produttivo

I fattori che incidono sulle varie fasi del processo, riducendo l’efficienza complessiva del modello, sono molteplici e connessi sia a ragioni interne al perimetro degli attori della filiera (imprese, laboratori, consumatori, ecc.), sia a ragioni esterne a tale perimetro (contesto istituzionale, normativo, di mercato, ecc.). Secondo la Mc Kinsey la barriera

principale è costituita dalla difficoltà nell'abbattere abitudini (sia dei consumatori che delle imprese) radicate, cambiando mentalità e approccio nei confronti del modello circolare e del recupero delle risorse.

Le principali problematiche sono riepilogate di seguito (GEO - The Green Economy Observatory, 2015).

- **Priorità di business:** l'interesse delle imprese, specialmente in un contesto di difficoltà economiche, si concentra sulla generazione di utile e reddito, con un orizzonte temporale di breve termine, ulteriormente accorciato dalla crisi. Per tali ragioni, iniziative e attività mirate a obiettivi a lungo termine e trasversali, come il miglioramento delle performance ambientali, sono ritenute "residuali", specialmente da parte delle PMI.
- **Logistica:** il recupero e il riuso dei materiali, da immettere come materie prime seconde all'interno di altri processi produttivi, richiede un adeguato contesto infrastrutturale e logistico. I materiali recuperati (o smaltiti e riciclati) devono entrare all'interno di processi produttivi che li possano accettare, abbiano interesse ad accettarli e si trovino a una distanza non eccessiva (e comunque conveniente) dal sito in cui questi sottoprodotti vengono generati. Questa somma di condizioni si realizza con difficoltà, specialmente all'interno di un contesto produttivo che non è stato inizialmente pensato per un modello economico circolare, ma lineare. Ciò chiaramente rende meno efficienti le fasi di riciclo e recupero.
- **Investimenti in tecnologia:** la possibilità di attuare processi di riciclo, recupero e riuso di materie prime seconde è legata anche alla disponibilità delle necessarie tecnologie nelle varie fasi del processo (per la selezione del materiale, i pre-trattamenti, la valorizzazione, ecc.). Ciò richiede investimenti in innovazione che, anche in ragione del contesto di crisi economica, non sempre sono possibili: questo è un ulteriore parametro che incide negativamente sull'efficienza complessiva di applicazione del modello circolare.
- **Normativa:** come nel caso della Simbiosi Industriale, gli aspetti normativi e burocratici spesso pongono un freno alla diffusione e all'applicazione di modelli di Economia Circolare. La presenza di numerosi livelli autorizzativi, la complessità delle procedure connesse all'eventuale autorizzazione di processi di riuso di sottoprodotti, i vincoli molto stringenti sulla classificazione dei rifiuti, tendono a

rappresentare dei forti deterrenti nei confronti delle imprese che vorrebbero intraprendere percorsi di valorizzazione dei propri (o altrui) scarti.

- Abitudini, cultura e percezione dei consumatori: i materiali recuperati, come detto, dovrebbero essere riutilizzati come materie prime seconde in ingresso in altri processi produttivi, per produrre altri beni e prodotti. Una criticità è però rappresentata dalla percezione, da parte dei consumatori finali, di una minore qualità di questi prodotti ottenuti dal riuso. Sebbene a volte questa percezione sia solo apparente (le prestazioni dei beni rigenerati o ottenuti da rigenerazione sono sostanzialmente analoghe), anche la prospettiva dei benefici ambientali ed economici (riduzione dell'inquinamento e del prezzo di acquisto) non basta a bilanciare questa considerazione negativa. Il risultato è l'acquisto, da parte del consumatore, di prodotti convenzionali (ottenuti da materie prime non recuperate): in certi settori, perciò, l'applicazione di processi di riuso è paradossalmente considerato un fattore di svantaggio competitivo.
- Assenza di una leadership istituzionale forte: al momento la governance in materia di Economia Circolare è “soft”. Servirebbe una leadership forte da parte delle autorità competenti, in grado di stimolare l'adozione di modelli circolari e di risultare un fattore abilitante.
- Scarsa cultura della collaborazione tra imprese: il modello circolare, per funzionare, necessita di collaborazioni tra imprese e settori industriali. Questa cultura della collaborazione e della condivisione non è sempre presente.
- Informazioni ambientali ridotte o assenti: la conoscenza degli impatti ambientali complessivi associati a prodotti o servizi (misurati, ad esempio, mediante metodi come l'LCA) potrebbe aumentare la sensibilità sia dei produttori che dei consumatori a tal riguardo, con l'effetto di favorire scelte “etiche”, che privilegino la minimizzazione dei consumi di risorse. Spesso la diffusione di queste informazioni non si realizza, e gli aspetti ambientali sono perciò sottovalutati.

Sono stati quindi riassunti i fattori che incidono negativamente sull'applicazione del modello ideale di Economia Circolare, generando residui che non possono essere recuperati e riducendo la capacità di re-immettere sottoprodotti nel ciclo produttivo. Questi fattori negativi, definiti anche “forze centrifughe”, “derivano da una serie di inerzie: culturali, tecnologiche, istituzionali, di mercato, ecc. Soltanto superando queste inerzie è

dunque possibile realizzare la circolarità dell'economia" (GEO - The Green Economy Observatory, 2015).

3.3. I principi operativi dell'Economia Circolare

L'applicazione del modello circolare si scontra con una serie di criticità, in gran parte legate alla preesistenza del già citato modello lineare, che non si è mai focalizzato sul riuso delle risorse, dando per scontata la loro disponibilità "infinita". Questa problematica, però, diventando sempre più severa, sta comportando un passaggio obbligato e sempre più rilevante verso modelli di riciclo, recupero e riuso, premiando le imprese e i produttori che realizzano l'Economia Circolare.

L'applicazione reale di questo modello passa per un insieme di modalità operative, strettamente connesse alla "filosofia" sostenibile che sta alla base: dovendo essere rigenerativo e ricostruttivo, deve fare principalmente affidamento sulle energie rinnovabili, eliminando al contempo l'uso di tutte quelle sostanze che non possono essere recuperate (ad esempio, sostanze tossiche, inquinanti, ecc.). L'ingegneria dei modelli e metodi di Economia Circolare si sviluppa perciò mediante un'opportuna gestione dei flussi materiali ed energetici, regolata da alcuni principi operativi, di seguito riepilogati (Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2015).

- Alimentazione energetica da fonti rinnovabili: questo aspetto, sottolineato più volte, è centrale al fine di realizzare sistemi e processi sostenibili energeticamente e dal punto di vista ambientale.
- Progettazione a rifiuti zero: il design dei processi deve essere studiato in modo tale da permettere ai sottoprodotti di rientrare in ciclo come materiali biologici o come manufatti progettati per lo smontaggio e la rigenerazione. I materiali biologici, come riportato in precedenza, non possono essere tossici (devono poter essere recuperati al 100%); i residui tecnologici devono poter essere riutilizzati minimizzando l'energia consumata per recuperarli e massimizzando la loro qualità.
- Progettazione di processi industriali mutuati dalla biomimetica: l'obiettivo è prendere a riferimento i modelli naturali funzionali e replicarli all'interno dei processi industriali, nell'ottica di massimizzare la resilienza.
- Progettazione sistemica: nella progettazione dei processi circolari bisogna tenere conto delle modalità di interazione di tutti gli attori della filiera. Gli elementi e i

flussi vengono perciò considerati “nel loro rapporto con le infrastrutture, il loro ambiente e il loro contesto” (Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2015). Così facendo, tenendo conto di tutti i possibili fattori di incertezza, è possibile progettare sistemi e processi maggiormente in grado di affrontare criticità (ad esempio legate alle possibili difficoltà di approvvigionamento di una risorsa) ed evolversi.

- Progettazione di cicli atossici e rigenerativi: l’obiettivo è sempre quello di poter reintrodurre prodotti e materiali all’interno della biosfera, per cui bisogna minimizzare il contenuto di sostanze tossiche e non rigenerabili all’interno dei processi, che aumentano i tassi di scarto e l’energia spesa per recuperare il resto del flusso. Analogamente bisogna progettare i cicli in maniera tale che sia più facile separare le risorse.

A questi principi operativi generali, sempre validi nel momento in cui bisogna progettare e realizzare modelli di Economia Circolare, se ne possono aggiungere altri, relativi alle caratteristiche dei particolari cicli da applicare.

- Potenzialità dei cicli corti: i cicli produttivi si accorciano quanto più il materiale rientra all’interno del processo in prossimità della fine (
- Figura 24).

Ciò determina maggiori risparmi, perché riparare un prodotto, o mantenerlo in buone condizioni, ne allunga la vita utile, preservandone il valore in misura molto maggiore rispetto a un eventuale smaltimento. Così facendo si evita anche di alimentare nuovamente il ciclo di realizzazione del prodotto, con le inefficienze e i costi connessi alle fasi della filiera.

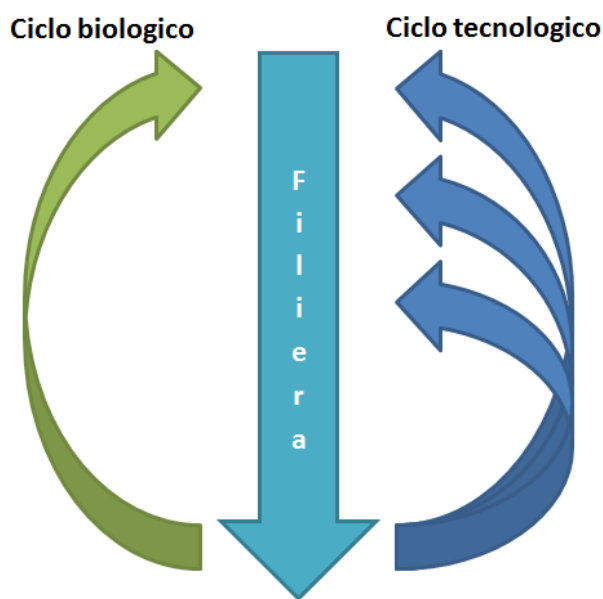


Figura 24: rappresentazione del modello di Economia Circolare in cui i cicli si accorciano

- **Potenzialità dei cicli multipli:** la creazione del valore aumenta quanto più si possono tenere in uso i beni e i prodotti, allungandone la vita utile. Si può perciò lavorare sulla massimizzazione del numero di cicli di vita di un prodotto, o del tempo di vita per singolo ciclo (Figura 10). L'utilizzo prolungato consente infatti di evitare il consumo di risorse per produrre beni e prodotti nuovi.

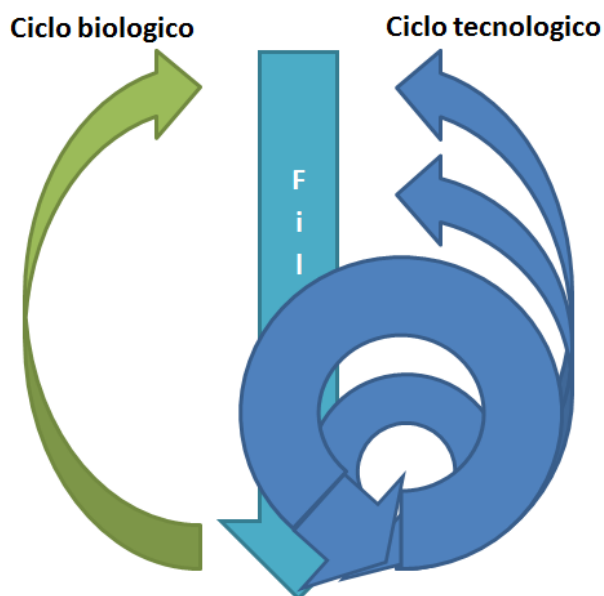


Figura 25: rappresentazione del modello di Economia Circolare a cicli multipli

- **Potenzialità dei cicli in cascata:** la creazione del valore può essere ottenuta anche riutilizzando la materia in cicli successivi “diversi”, ossia afferenti a settori industriali differenti da quello di partenza (quindi non solo nello stesso ciclo, come avveniva nel caso del ciclo multiplo). In questo caso, la creazione del valore è connessa alla possibilità di utilizzare i residui in uscita dal primo ciclo come materie prime seconde in ingresso negli altri, riducendo i costi di approvvigionamento, i consumi di risorse e le esternalità negative connesse all’approvvigionamento stesso.

Lo schema relativo al modello circolare in cui cicli (e filiere) diversi sono in cascata, è riportato in Figura 26.

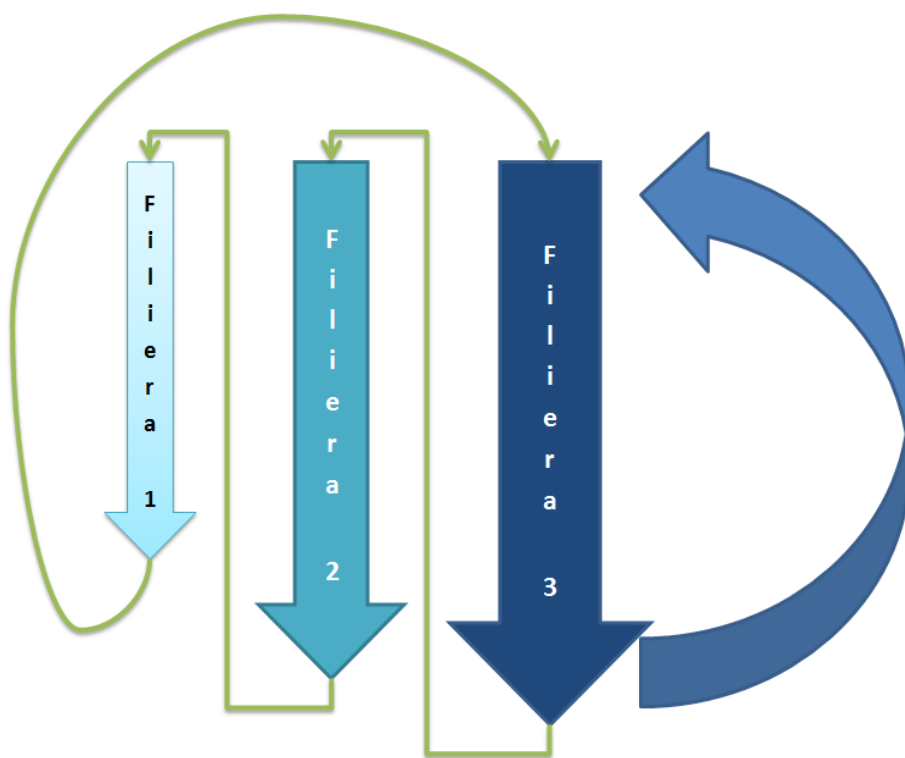


Figura 26: rappresentazione del modello di Economia Circolare con cicli in cascata

4. Il contesto istituzionale e normativo

4.1. La Comunità Europea e l'Economia Circolare

A partire dalla metà degli anni '70 del secolo scorso, la politica dell'Unione Europea in materia di ambiente e sostenibilità è stata guidata da programmi di azione, strategie e comunicazioni volti a definire gli obiettivi prioritari da centrare in un dato periodo di tempo e a stimolare l'adozione di modalità di raggiungimento di questi obiettivi.

L'Europa, quindi, sta lavorando molto a livello istituzionale per favorire l'adozione di modelli produttivi sostenibili. Il contesto normativo a essi correlato si sviluppa prevalentemente all'interno di due grandi "contenitori": la Strategia Europa 2020 e il 7° Programma di Azione dell'Unione Europea per l'Ambiente (PAA²⁸).

Il quadro riepilogativo dei principali documenti ufficiali (comunicazioni della Commissione al Parlamento, strategie, piattaforme) che indirizzano l'interesse e le azioni della Comunità Europea in materia di Economia Circolare, sostenibilità e, in generale, sui temi ambientali e di efficienza nell'uso delle risorse, è stato elaborato all'interno della Figura 27. Questo quadro è stato ottenuto dall'analisi del materiale pubblicato sul sito della Comunità Europea.

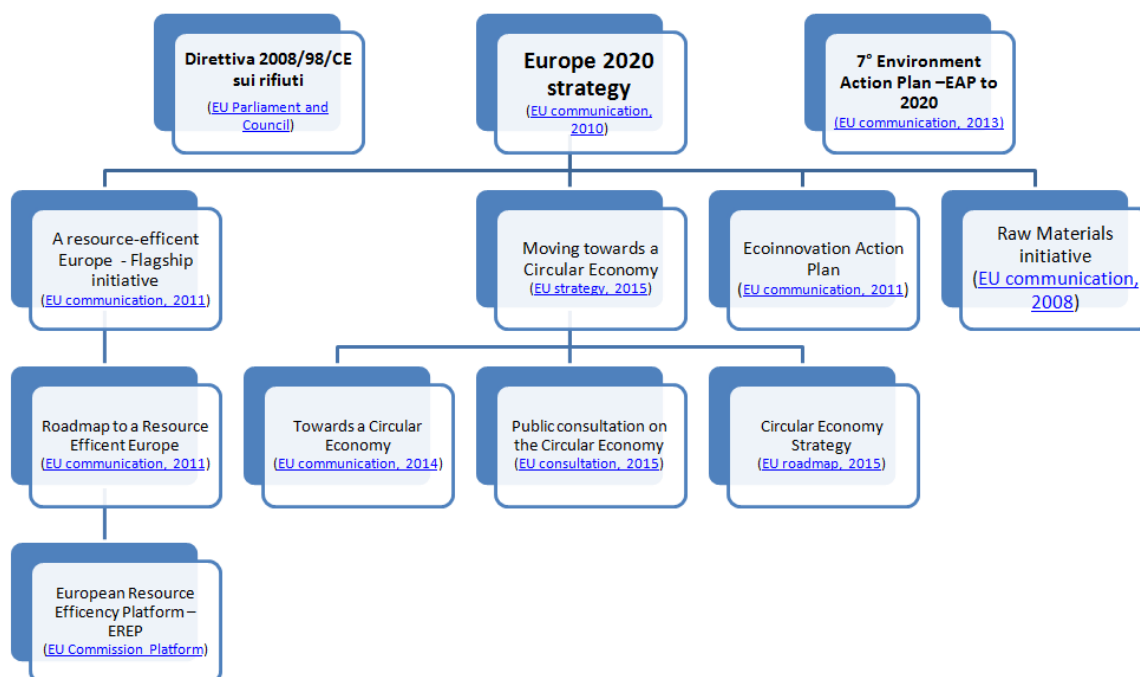


Figura 27: quadro riassuntivo dei principali documenti ufficiali e delle iniziative della Comunità Europea in materia di ambiente, sostenibilità, efficienza d'uso delle risorse ed Economia Circolare. Elaborazione realizzata a partire dall'analisi dei documenti presenti sul sito ufficiale della Comunità Europea

²⁸ La sigla ufficiale in inglese è EAP. Si può definire indifferentemente "Piano" o "Programma".

7° Programma d'Azione dell'Unione Europea per l'Ambiente (PAA)

Il Piano d'Azione per l'Ambiente è stato adottato a novembre 2013 e orienterà (o, quantomeno, dovrebbe orientare) fino al 2020 la politica comunitaria in materia di ambiente e sostenibilità. Tramite questo programma di azione, l'UE si è prefissata di intensificare i propri sforzi tesi a proteggere il capitale naturale, stimolare la crescita e l'innovazione a basse emissioni di carbonio ed efficienti nell'uso delle risorse e salvaguardare la salute e il benessere della popolazione, nel rispetto dei limiti naturali della Terra. Si tratta di una strategia comune volta a guidare le azioni future delle istituzioni dell'UE e degli Stati membri, che si assumono congiuntamente la responsabilità della sua realizzazione e del conseguimento dei suoi obiettivi prioritari.

Tra gli obiettivi a lungo termine si definisce infatti il raggiungimento di una condizione che è strettamente connessa all'applicazione del modello circolare: “Nel 2050 vivremo bene nel rispetto dei limiti ecologici del nostro pianeta. Prosperità e ambiente sano saranno basati su un'economia circolare senza sprechi, in cui le risorse naturali sono gestite in modo sostenibile e la biodiversità è protetta, valorizzata e ripristinata in modo tale da rafforzare la resilienza della nostra società. La nostra crescita sarà caratterizzata da emissioni ridotte di carbonio e sarà da tempo sganciata dall'uso delle risorse, scandendo così il ritmo di una società globale sicura e sostenibile” (Commissione Europea, 2014).

Più nel dettaglio, il passaggio a un'Economia Circolare viene considerato un elemento fondamentale della visione definita dall'UE e dai suoi Stati membri: “La nostra prosperità e il nostro ambiente sano sono frutto di un'economia circolare innovativa, dove nulla si spreca, dove le risorse naturali sono gestite in modo sostenibile e dove si tutela, si apprezza e si ripristina la biodiversità con modalità che migliorano la tenuta della nostra società” (Commissione Europea, Direzione Generale Ambiente, 2014).

La transizione verso un'Economia Circolare richiede però la partecipazione e l'impegno di diversi gruppi di interesse, afferenti a vari settori. In primis, i decisori politici e le istituzioni devono offrire alle imprese condizioni strutturali, prevedibilità e fiducia, valorizzare il ruolo dei consumatori e definire come i cittadini possono beneficiare dei vantaggi dei cambiamenti in corso. Il mondo delle imprese può riprogettare completamente le catene di fornitura, mirando all'efficienza nell'impiego delle risorse e alla circolarità. L'Economia Circolare “può quindi aprire nuovi mercati, che rispondano ai cambiamenti dei modelli di consumo: dalla convenzionale proprietà all'utilizzo, riutilizzo e condivisione dei prodotti. Inoltre, può concorrere a creare maggiore e migliore occupazione” (Commissione Europea, Direzione Generale Ambiente, 2014).

Per favorire l'applicazione pratica delle indicazioni relative all'Economia Circolare e alla sostenibilità contenute nel 7° PAA, l'Unione Europea, come detto, ha adottato numerosi provvedimenti (riepilogati in Figura 27). Questi si sono inseriti nel contesto della Direttiva 2008/98/CE del Parlamento e della Commissione sui rifiuti, che per prima ha introdotto la "gerarchia dei rifiuti", dando la priorità alla riduzione nella loro produzione e al riciclaggio. È stata inoltre definita una politica in materia di sostanze chimiche, mirata all'eliminazione graduale delle sostanze tossiche dai processi produttivi.

Strategia Europa 2020, Roadmap per un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse, Piattaforma EREP

Il "portafoglio" per le iniziative e i progetti in materia di sostenibilità ed Economia Circolare è invece costituito dai Fondi Europei, in particolare da quelli stanziati nel contesto della Strategia Europa 2020. Questa è la strategia decennale per la crescita e l'occupazione che l'Unione Europea ha varato nel 2010, con il duplice obiettivo di contribuire al superamento della crisi economica e finanziaria e di colmare le lacune dell'attuale modello di crescita e creare le condizioni per una crescita più intelligente, sostenibile e solidale.

Per farlo, l'UE si è data cinque obiettivi quantitativi da realizzare entro la fine del 2020, che riguardano l'occupazione, la ricerca e sviluppo, l'istruzione, l'integrazione sociale, la riduzione della povertà e il clima e l'energia (quest'ultimo obiettivo è quello che riguarda direttamente le attività in materia di Economia Circolare). La strategia prevede anche sette iniziative prioritarie che tracciano un quadro entro il quale l'UE e i governi nazionali sostengono reciprocamente i loro sforzi per realizzare le priorità di Europa 2020: innovazione, economia digitale, occupazione, giovani, politica industriale, povertà e uso efficiente delle risorse (Commissione Europea, 2014).

Questa iniziativa prioritaria sull'uso delle risorse ha sottolineato la necessità di definire degli obiettivi a medio e a lungo termine in termini di efficienza delle risorse e dei mezzi per attuarli. Ne è derivata la Roadmap verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse, avente lo scopo di trasformare l'economia europea in un'economia sostenibile entro il 2050. Questa tabella di marcia raccomanda un approccio integrato che richiede modifiche strutturali in molte aree e settori strategici a livello europeo e degli Stati membri, concentrandosi sulle risorse sottoposte a maggior pressione. Contiene inoltre una serie di strumenti, inclusi strumenti legislativi e basati sul mercato, un nuovo orientamento degli strumenti di finanziamento e la promozione di una produzione e di un consumo sostenibili (Commissione Europea, 2011).

Per riunire tali elementi e collegarli alla Strategia Europa 2020 e all'agenda per l'efficienza nell'impiego delle risorse è stata così strutturata la piattaforma EREP (European Resource Efficiency Platform). Questa piattaforma europea sull'efficienza nell'impiego delle risorse è destinata a fornire indicazioni e consulenze di alto livello sulle misure politiche intese a orientare l'economia europea verso un modello di crescita più sostenibile, che, come sottolineato in precedenza, costituisce una priorità assoluta per la Commissione europea.

Il compito principale della piattaforma è determinare come realizzare le tappe e la visione delineate nella Roadmap verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse, compreso l'obiettivo ultimo di dissociare dalla crescita economica l'uso delle risorse e i suoi effetti. In termini numerici, la Piattaforma EREP ha già invitato l'UE a fissare un obiettivo che garantisca un aumento della produttività delle risorse superiore al 30 % entro il 2030.

Nel 2014 la Piattaforma EREP ha formulato inoltre una serie di raccomandazioni per la *governance* di una Economia Circolare:

- Promozione di nuovi modelli di business per una gestione efficiente delle risorse e del fine vita dei prodotti. Supporto alle imprese di servizi e alla dematerializzazione dell'economia.
- Rafforzamento della responsabilità estesa del produttore per migliorare la gestione dei rifiuti oltre la fine del ciclo di vita dei prodotti, promozione di una migliore progettazione del prodotto, della rigenerazione e del riciclo.
- Adozione di strumenti trasversali (sensibilizzazione, campagne di marketing, politiche fiscali, creditizie e dei prezzi, consulenza, etichettatura dei prodotti) per stimolare i consumatori nello scegliere prodotti più sostenibili.
- Investimenti per favorire la transizione verso la Green Economy e per sviluppare attività di ricerca e sviluppo nell'ambito dell'efficienza d'uso delle risorse.
- Definizione di indicatori per la verifica dei progressi compiuti nel percorso della Roadmap verso un'economia efficiente nell'uso delle risorse.

Va sottolineato che sia la Roadmap che i documenti della Piattaforma EREP individuano nel passaggio verso un'Economia Circolare uno dei principali volani per l'incremento della competitività delle imprese europee, tenuto conto dell'alta incidenza che il costo legato all'approvvigionamento delle materie prime ha sul totale dei costi sostenuti dall'industria manifatturiera. In particolare, si stima che questa incidenza nei paesi della Comunità Europea sia pari al 40% e che possa arrivare al 50% considerando anche i costi connessi all'approvvigionamento di acqua ed energia (Europe Innova, 2012). Se le industrie europee riuscissero a sviluppare la circolarità all'interno dei loro processi produttivi, il risparmio

potrebbe arrivare a quasi 500 miliardi di euro l'anno, connesso a una riduzione compresa tra il 17% e il 24% nel consumo di materie prime (Europe Innova, 2012).

Il “primo” e il “secondo” Pacchetto sull'Economia Circolare

Nel contesto degli obiettivi definiti dalla Roadmap verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse (ulteriormente sviluppati grazie alle connessioni con il 7° Piano di Azione per l'Ambiente) e dell'iniziativa *flagship* sull'impiego efficace delle risorse della Strategia Europa 2020, la Commissione Europea ha infine varato, seppur con qualche difficoltà, l'atteso “Pacchetto” di misure sull'Economia Circolare.

Il rapporto esistente tra questo Pacchetto e il contesto di misure e iniziative preesistenti in materia di Economia Circolare, è schematizzato in Figura 28. Va sottolineato che questa schematizzazione deve essere letta e interpretata come una semplificazione grafica utile a chiarire il contesto, ma non di dettaglio, in quanto i quattro documenti da cui è derivata la nuova strategia afferiscono a livelli diversi.

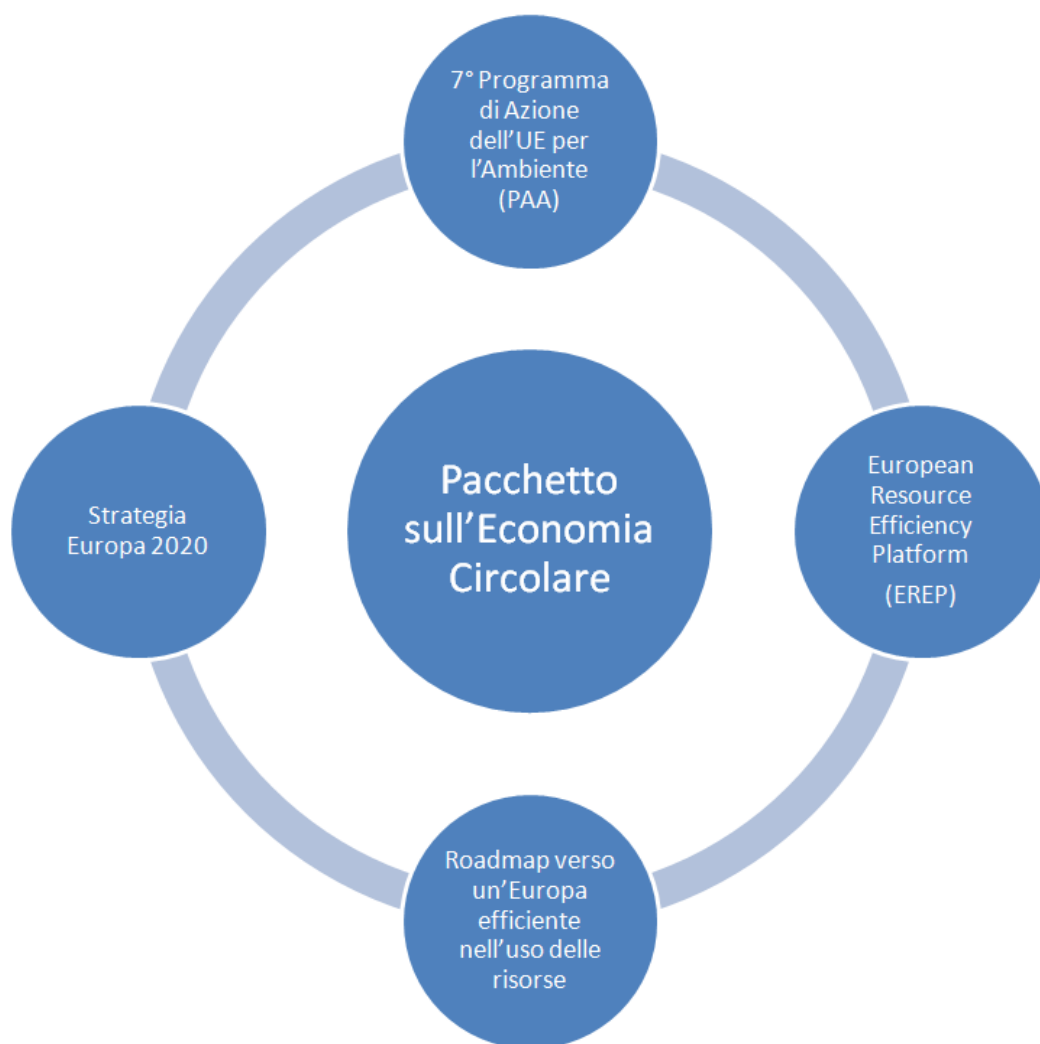


Figura 28: schematizzazione delle iniziative e misure UE in materia di Economia Circolare da cui ha tratto origine il nuovo Pacchetto sull'Economia Circolare

Le difficoltà citate in precedenza in relazione al varo del nuovo pacchetto sono state legate a un percorso travagliato sia in termini di passaggi, sia di tempistiche. La prima versione, infatti, è stata realizzata a settembre del 2014: la Comunicazione COM(2014) 398, “Verso un’economia circolare: programma per un’Europa a zero rifiuti” mirava alla definizione di un quadro strategico favorevole, comune e coerente a livello europeo, mirato alla promozione dell’Economia Circolare (GEO - The Green Economy Observatory, 2015). All’interno del documento la Commissione aveva definito un indirizzo strategico, declinato attraverso diversi punti, dalla “progettazione e innovazione per l’Economia Circolare”, agli investimenti, al coinvolgimento delle imprese e alla definizione di una nuova politica sui rifiuti (Commissione Europea, 2014).

Questa versione è rimasta però in vigore per pochi mesi: a dicembre 2014 il neo Presidente della Commissione Europea, Juncker, applicando il principio della discontinuità politica all’interno del primo programma di lavoro l’ha rimandata (insieme ad altre proposte legislative in materia di ambiente e sostenibilità) al cosiddetto “ambition test”, una verifica della proporzione tra le risorse richieste per attuare le misure contenute nel documento e gli obiettivi attesi. In seguito a tale verifica, la proposta è stata definitivamente ritirata (si ritiene anche su pressione delle lobby connesse alle società di gestione dei rifiuti, che ritenevano il documento troppo stringente), nell’ottica di sostituirla con una nuova strategia, più ampia ed efficace. In quel momento la Commissione ha così preso formalmente l’impegno di utilizzare nuove competenze trasversali per presentare una proposta che coprisse l’intero ciclo economico e non solo gli obiettivi di riduzione dei rifiuti.

Nei mesi successivi sono stati pubblicati altri documenti in materia di Economia Circolare, su tutti il report realizzato dall’Agenzia Europea per l’Ambiente, “European Environment – State and outlook 2015 report”. All’interno di questo documento, costruito sulla base dell’analisi di dati a livello locale, nazionale e sovranazionale, è definito lo stato del patrimonio ambientale europeo e sono indicati anche i possibili trend e le evoluzioni a breve, medio e lungo termine. L’obiettivo è fornire ai decisori politici gli strumenti per sviluppare le politiche ambientali nel periodo 2015-2020 e per raggiungere gli obiettivi contenuti nella visione dell’UE per il 2050. All’interno di questo documento è sottolineata con forza la necessità di incrementare l’efficienza d’uso delle risorse e ridurre la dipendenza dell’UE dalle importazioni di materie prime: entrambi questi obiettivi richiedono l’applicazione reale e integrata di politiche di supporto all’Economia Circolare.

Da queste considerazioni si è generato così il nuovo (e definitivo) Pacchetto sull'Economia Circolare, presentato nel corso della conferenza COP 21 svoltasi nel dicembre 2015 Parigi e i cui principali risultati sono stati riepilogati all'interno del Capitolo 1.

L'obiettivo dichiarato di questa nuova direttiva è quello di "aiutare le imprese e i consumatori europei a effettuare la transizione verso un'economia più circolare e forte, dove le risorse vengono utilizzate in modo più sostenibile. Attraverso un maggior ricorso al riciclaggio e al riutilizzo, le azioni proposte costituiscono "l'anello mancante" nel ciclo di vita dei prodotti, a beneficio sia dell'ambiente che dell'economia" (Commissione Europea, 2015).

In particolare, analizzando i contenuti del nuovo pacchetto di misure, la Commissione ha presentato la revisione di alcune proposte legislative sul tema della gestione dei rifiuti, oltre a un piano d'azione globale e concreto, che rappresenta un obiettivo programmatico per questo mandato. Le proposte sui rifiuti, in particolare, sono connesse a una visione di lungo termine avente l'obiettivo di aumentare il tasso di riciclo e ridurre il collocamento in discarica, proponendo nel contempo soluzioni concrete per abbattere gli ostacoli che si frappongono al miglioramento della gestione dei rifiuti, tenendo conto delle diverse situazioni degli Stati membri.

Va sottolineato che però si sono levate numerose critiche, connesse alla riduzione degli obiettivi sui rifiuti nel passaggio dal precedente pacchetto a quello attuale. Il nuovo pacchetto ha infatti abbassato gli obiettivi per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti urbani dal 70% al 65%, rendendo meno rigidi gli obiettivi di riutilizzo e riciclaggio per i rifiuti di imballaggio, prorogando i termini. Anche sull'uso delle discariche il nuovo pacchetto rende meno cogenti le disposizioni del 2014 sebbene introduca un tetto vincolante del 10% per lo smaltimento dei rifiuti in discarica, da rispettare entro il 2030.

"L'anello mancante" del ciclo di vita dei prodotti, in precedenza non affrontato a livello istituzionale e normativo, è rappresentato da queste misure che consentono di stimolare la circolarità dell'economia in tutte le fasi, dalla produzione e consumo fino alla gestione dei rifiuti e al mercato delle materie prime secondarie.

In aggiunta, il piano d'azione include anche diverse azioni mirate a ridurre le barriere del mercato in specifici settori o ambiti di uso di determinati materiali (come plastiche, residui alimentari, materie prime essenziali, residui da costruzione e demolizione, biomasse e bioprodotto), oltre a misure trasversali e "abilitanti", da applicare in settori come l'innovazione e gli investimenti in tecnologie.

Le azioni chiave previste nell'ambito del nuovo pacchetto sull'Economia Circolare sono riassunte di seguito (Commissione Europea, 2015):

- Finanziamenti per oltre 650 milioni di euro provenienti dal Programma Horizon 2020 e per 5,5 miliardi di euro dai fondi strutturali.
- Azioni per ridurre i rifiuti alimentari, compresa una metodologia comune di misurazione, una migliore indicazione della data di consumo e strumenti per raggiungere l'obiettivo, previsto dalla strategia di sviluppo sostenibile globale di ridurre della metà i rifiuti alimentari entro il 2030.
- Sviluppo di norme chiare e coerenti per le materie prime secondarie al fine di aumentare la fiducia degli operatori nel mercato unico.
- Misure nell'ambito del piano di lavoro 2015-2017 sulla progettazione ecocompatibile per promuovere la riparabilità, longevità e riciclabilità dei prodotti, oltre che l'efficienza energetica.
- Revisione del regolamento relativo ai concimi, per agevolare il riconoscimento dei concimi organici e di quelli ricavati dai rifiuti e sostenere il ruolo dei bionutrienti.
- Definizione di una strategia per l'applicazione dell'Economia Circolare al settore delle materie plastiche. Questa deve affrontare questioni legate a riciclabilità, biodegradabilità, presenza di sostanze pericolose nelle materie plastiche e, nell'ambito degli obiettivi di sviluppo sostenibile, si deve integrare in modo significativo con l'obiettivo di riduzione dei rifiuti marini.
- Azioni in materia di riutilizzo delle acque, tra cui una proposta legislativa sulle prescrizioni minime per il riutilizzo delle acque reflue.
- Calendario delle azioni proposte e un piano per un quadro di monitoraggio semplice ed efficace per l'implementazione delle misure di Economia Circolare.
- Revisione delle proposte legislative sui rifiuti.

Uno degli elementi cardine del nuovo pacchetto di misure è rappresentato dall'insieme delle nuove proposte legislative sui rifiuti, che definiscono obiettivi chiari in materia di riduzione della produzione e stabiliscono un ambizioso percorso a lungo termine per la loro gestione e il riciclaggio. Al fine di garantire un'attuazione efficace, gli obiettivi di riduzione dei rifiuti contenuti nelle nuove proposte sono accompagnati da misure concrete volte ad affrontare gli ostacoli pratici e le diverse situazioni nei vari Stati membri.

Gli elementi chiave delle nuove proposte sui rifiuti sono riassunti di seguito (Commissione Europea, 2015):

- Un obiettivo comune a livello di Unione Europea per il riciclaggio del 65% dei rifiuti urbani entro il 2030 (era del 70% nel primo pacchetto).
- Un obiettivo comune a livello di Unione Europea per il riciclaggio del 75% dei rifiuti di imballaggio entro il 2030.
- Un obiettivo vincolante per ridurre il collocamento in discarica di tutti i rifiuti a un valore massimo del 10% entro il 2030.
- Il divieto del collocamento in discarica dei rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata.
- La promozione di strumenti economici per scoraggiare il collocamento in discarica.
- Definizioni più semplici e adeguate, nonché metodi armonizzati per il calcolo dei tassi di riciclaggio in tutta l'UE.
- Misure concrete per promuovere il riutilizzo e stimolare la Simbiosi Industriale, trasformando i prodotti di scarto di un settore industriale in materie prime destinate a un altro settore.
- Incentivi economici affinché i produttori realizzino e immettano sul mercato prodotti più ecologici e per il sostegno dei sistemi di recupero e riciclaggio dei rifiuti e residui.

Secondo gli studi realizzati dalla Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea, l'effetto della transizione verso un'Economia Circolare sarà rilevante. La prevenzione nella produzione dei rifiuti, l'applicazione di metodologie di eco design e il riuso dovrebbero generare un risparmio netto prossimo ai 600 miliardi di euro, incidendo in misura pari all'8% del fatturato annuale generato dalle imprese dell'UE.

Analogamente dovrebbe portare a una riduzione delle emissioni climalteranti compresa tra il 2% e il 4% entro il 2030. Solo nel settore della telefonia mobile, l'applicazione delle misure di Economia Circolare e il conseguente recupero delle materie prime critiche dal 95% dei cellulari consentirebbe di generare un risparmio nell'approvvigionamento dei materiali pari a 1 miliardo di euro.

Nel complesso l'opportunità di crescita associata all'applicazione delle misure per l'Economia Circolare viene stimata pari al 3,9% del PIL dell'Unione Europea, con la creazione di 580.000 nuovi posti di lavoro (Commissione Europea, 2015).

A distanza di qualche mese si può affermare che, nonostante le polemiche successive alla comunicazione delle misure del nuovo pacchetto e alla riduzione degli obiettivi rispetto

alla “prima versione”, a distanza di pochi mesi l’opinione generale nei confronti della direttiva è migliorata.

A fine gennaio 2016, ad esempio, il Comitato Europeo delle Regioni ha dichiarato di accogliere con favore il Pacchetto sull’Economia Circolare e ha cominciato a lavorare per migliorarlo soprattutto in relazione alla riduzione dei rifiuti urbani e alla gestione sostenibile degli sprechi alimentari.

In particolare, il Comitato “interverrà sugli sprechi alimentari con un parere che segue la risoluzione sull’alimentazione sostenibile (RESOL-VI/004), auspicando un obiettivo di riduzione pari ad almeno il 30% entro il 2025” (Comitato Europeo delle Regioni, 2016).

I principali dati quantitativi (dotazione finanziaria, obiettivi e ricadute al 2030) relativi al nuovo Pacchetto sono riepilogati in Figura 29.

Parametro (al 2030)	Valore
Dotazione finanziaria	650.000.000 [€] da Horizon2020 5.500.000.000 [€] da ESIF
Riciclaggio rifiuti urbani	≥ 65% (-5% dal primo pacchetto del 2014)
Riciclaggio rifiuti da imballaggio	≥ 75%
Conferimento in discarica di tutti i rifiuti	≤ 10%
Conferimento in discarica di rifiuti da raccolta differenziata	0 %
Risparmio netto generato	600.000.000.000 [€]
Riduzione emissioni climalteranti	2-4 %
Nuovi posti di lavoro creati	580.000

Figura 29: riepilogo dei principali parametri (obiettivi e ricadute al 2030) connessi all’applicazione del nuovo Pacchetto sull’Economia Circolare. Elaborazione realizzata sulla base dei dati UE

4.2. La Regione Emilia-Romagna come laboratorio istituzionale: la prima Legge Regionale sull’Economia Circolare

Mentre in Europa veniva presentato e approvato il nuovo pacchetto di misure sull’Economia Circolare, anche in Emilia-Romagna nel 2015 è stato intrapreso un percorso istituzionale focalizzato sullo stesso tema. Il 6 luglio 2015, infatti, è stato presentato e approvato dall’assemblea regionale un progetto di legge sui rifiuti con il quale la nuova giunta (presieduta dal neo eletto “governatore” Stefano Bonaccini) appoggiava la strategia

europea volta a creare una nuova filiera del riuso e del riciclo, aderendo al passaggio da un'economia lineare a una circolare.

La giunta regionale, partendo sia dal favorevole contesto comunitario, sia dal precedente confronto con i territori e le associazioni ambientaliste (che aveva già portato all'approvazione di uno schema di progetto di legge sottoscritto da 60 consigli comunali), ha perciò deciso di far proprio l'interesse nei confronti del tema, legandolo in particolar modo alla tematica dei rifiuti. Il progetto di legge, infatti, puntava alla riduzione pro-capite dei rifiuti urbani, all'aumento della raccolta differenziata e al contenimento dello smaltimento in discarica, introducendo alcune novità, tra cui la tariffazione puntuale (il pagamento in funzione di quanto si conferisce), l'incentivazione per i Comuni più virtuosi per le imprese e i cittadini che smaltiscono meglio.

All'interno del documento presentato a luglio sono contenute parole importanti sul tema dell'Economia Circolare: “La Regione coerentemente agli indirizzi comunitari, attraverso il progetto di legge, vuole facilitare la transizione verso “un'economia circolare”: un modello che pone al centro la sostenibilità del sistema, in cui non ci sono prodotti di scarto e in cui le materie vengono costantemente riutilizzate. Si tratta di un sistema opposto a quello definito “lineare”, che parte dalla materia e arriva al rifiuto” (Giunta della Regione Emilia-Romagna, 2015).

Il percorso è così proseguito fino all'approvazione da parte dell'Assemblea Regionale, avvenuta il 5 ottobre 2015, della nuova legge sui rifiuti (Legge Regionale 16/2015), intitolata “Disposizioni a sostegno dell'economia circolare, della riduzione della produzione dei rifiuti urbani, del riuso dei beni a fine vita, della raccolta differenziata e modifiche alla legge regionale 19 agosto 1996 n. 31 (Disciplina del tributo speciale per il deposito in discarica dei rifiuti solidi)”.

Andando nel dettaglio dei contenuti, questo nuovo strumento normativo fissa alcuni obiettivi ambiziosi, ma necessari per una Regione gravata da una produzione di rifiuti decisamente rilevante (nel 2014 in Emilia-Romagna sono state prodotte 2.929.953 tonnellate di rifiuti urbani, per un equivalente pro capite di 657 kg²⁹: l'Emilia-Romagna è la regione italiana con la maggiore produzione pro capite di rifiuti urbani). I principali obiettivi quantitativi al 2020 sono l'incremento della raccolta differenziata fino al 73% del totale, la riduzione tra il 20% e il 25% della produzione pro-capite di rifiuti, l'incremento del riciclaggio (di carta, metalli, plastica, legno, vetro e organico) fino a valori pari almeno

²⁹ La produzione pro capite di rifiuti urbani in Italia nel 2013 è stata di 491 [kg/abitante], quindi inferiore del 21% a quella emiliano - romagnola. Nel 2013, la produzione pro capite di rifiuti urbani in Emilia-Romagna è risultata pari a 625,3 [kg/abitante], inferiore dello 0,24% a quella del 2014 (ISPRA, 2015).

al 70%, il contenimento delle discariche e l'autosufficienza regionale in termini di gestione dei rifiuti³⁰ (Regione Emilia-Romagna, 2015).

Analizzando gli strumenti previsti per raggiungere gli obiettivi prefissati, uno su cui la Regione punta fortemente è la tariffazione puntuale. Ciò significa far pagare il contribuente in base al quantitativo di rifiuti conferiti: questo dovrebbe determinare una maggiore equità contributiva, associata all'effettivo servizio erogato e non a criteri forfettari (come i metri quadri occupati o il numero dei componenti della famiglia), oltre che una responsabilizzazione dei cittadini attraverso l'applicazione del principio «chi inquina paga». Per applicare questo strumento, la Regione ha fornito all'interno della Legge alcune linee guida che dovranno essere adottate da parte dell'Agenzia territoriale dell'Emilia-Romagna per i servizi idrici e rifiuti (Atersir), con priorità alle utenze non domestiche³¹.

Un altro strumento è invece legato a una modalità premiale: la legge prevede infatti la costituzione (sempre presso l'Atersir) di un fondo incentivante a sostegno delle “gestioni meritorie”, di capienza economica non inferiore ai 10 milioni di euro (Gazzolo, 2015). Queste gestioni possono riferirsi sia ai singoli utenti dei Comuni che abbiano raggiunto una determinata quantità pro capite di produzione di rifiuto urbano non inviato a riciclaggio, sia ai Comuni stessi, stimolati a trasformare il servizio di raccolta mediante modelli innovativi in grado di incrementare il tasso di riciclaggio e a realizzare centri comunali per il riuso.

La Legge, inoltre, disincentiva l'incenerimento senza recupero di energia e lo smaltimento in discarica, tramite l'aumento (in maniera graduale, con un primo step al 2017 e uno successivo al 2020) degli importi dell'ecotassa connessa a questo processo (Regione Emilia-Romagna, 2015).

I principali parametri (obiettivi e dotazioni economiche) relativi alla nuova Legge Regionale sull'Economia Circolare sono riepilogati in Figura 30.

³⁰ Va sottolineato infatti che sul bilancio dei rifiuti dell'Emilia-Romagna pesano i flussi di import (3.064.497 [t/a] stimate per il 2020) e di export (1.728.691 [t/a] stimate per il 2020) (Regione Emilia-Romagna, 2015).

³¹ Sebbene non costituisca il focus della nuova Legge Regionale, la tematica dei rifiuti speciali resta infatti di particolare importanza per la Regione Emilia-Romagna. La produzione pro capite di rifiuti speciali nel 2014 è stata pari a 1.763 [kg/abitante], per un totale di 7.882.404 [t/a], di cui il 10% costituite da rifiuti pericolosi (Regione Emilia-Romagna, 2015).

Parametro (al 2020)	Valore
Riciclaggio rifiuti urbani	≥ 70%
Raccolta differenziata	≥ 73%
Riduzione produzione pro capite di rifiuti	20% - 25%
Fondo incentivante per gestioni meritorie	10.000.000 [€]

Figura 30: riepilogo dei principali parametri (obiettivi e dotazioni al 2020) previsti dalla Legge Regionale sull'Economia Circolare, L.R. 16/2015. Elaborazione realizzata sulla base dei dati comunicati dalla Regione Emilia-Romagna

Nel complesso questa Legge rappresenta un passo importante nel recepimento di normative comunitarie in materia di Economia Circolare e nella loro applicazione a livello locale. Come evidenzia anche il processo partecipativo realizzato in Emilia-Romagna, il coinvolgimento delle popolazioni è fondamentale sia nell'ottica di informare che di raccogliere contributi e spunti. La corretta gestione dei rifiuti e, più in generale, l'applicazione di modelli di Economia Circolare, non si realizzano infatti solo attraverso una efficiente organizzazione: il valore aggiunto è rappresentato proprio dal coinvolgimento delle comunità nelle scelte da intraprendere, come dimostrato dal caso emiliano - romagnolo.

Il contesto territoriale è quindi decisamente favorevole all'applicazione di modelli di Economia Circolare e valorizzazione dei sottoprodotti, essendo il "laboratorio" non solo italiano, ma europeo, in cui è stata realizzata la prima legge che prevede il passaggio da un'economia lineare a un'economia circolare.

5. La Simbiosi Industriale

5.1. Il legame con l'Economia Circolare

Come descritto nei paragrafi precedenti, l'obiettivo di incrementare l'efficienza nell'uso delle risorse, sempre più impellente e connesso alla progressiva e drammatica riduzione di disponibilità delle risorse stesse, si lega a doppio filo all'applicazione del processo di transizione dall'attuale modello lineare di produzione a un modello differente, circolare.

Questa esigenza è particolarmente sentita dalla Comunità Europea, che dipende per larga parte dalle importazioni di risorse (soprattutto delle cosiddette “materie prime critiche”, fondamentali per i propri processi produttivi) e che, come evidenziato, ha inserito il passaggio verso il modello circolare all'interno di numerosi documenti e strategie ufficiali. Questo cambio di paradigma è ritenuto fondamentale sia per le ricadute ambientali (connesse alla riduzione del consumo di materie prime e di emissioni climalteranti), sia per quelle connesse all'accrescimento della competitività delle imprese europee, tenuto conto dell'alta incidenza che le materie prime hanno sui costi complessivi dell'industria manifatturiera.

La nuova visione, come detto, propone infatti un modello economico diverso, all'interno del quale le materie prime non vengono più estratte, utilizzate una sola volta e smaltite in discarica. In un'economia circolare i rifiuti si azzerano (idealmente; nella realtà si riducono), mentre il riutilizzo, la riparazione e il riciclaggio diventano la norma.

Questo approccio è stato delineato in numerosi documenti di lavoro della CE, il più importante³² dei quali è probabilmente la già citata Comunicazione COM(2014) 398 final/2, intitolata “Verso un'economia circolare: programma per un'Europa a zero rifiuti”. All'interno di questo documento ufficiale si spiega infatti che il raggiungimento di una società e un'economia caratterizzate da una produzione nulla (o quasi) di residui è legato all'applicazione di misure quali l'innovazione nei mercati dei materiali riciclati, nuovi modelli imprenditoriali, la progettazione ecocompatibile e la Simbiosi Industriale (Commissione Europea, 2014).

In particolare, citando per esteso il contenuto della comunicazione COM(2014) 398 final/2: “In una logica di Economia Circolare, i prodotti sono progettati in modo da prevederne fin

³² In termini di ricadute che ha successivamente generato, oltre che dal punto di vista dell'incidenza su altri documenti e strategie ufficiali.

dall'inizio la destinazione una volta che diventano rifiuti e l'innovazione è al centro di tutta la catena di valore, invece di cercare le soluzioni praticabili alla fine del ciclo di vita. Ciò può realizzarsi in vari modi, ad esempio:

- riducendo la quantità di materie necessarie a fornire un determinato servizio (alleggerimento),
- allungando la vita utile dei prodotti (durabilità),
- riducendo il consumo di energia e di materie nelle fasi di produzione e di uso (efficienza),
- riducendo l'uso di materie pericolose o difficili da riciclare nei prodotti e nei processi di produzione (sostituzione),
- creando mercati delle materie prime secondarie (materie riciclate) (mediante norme, appalti pubblici ecc.),
- concependo prodotti facili da mantenere in buono stato, da riparare, ammodernare, rifabbricare o riciclare (progettazione ecocompatibile),
- sviluppando i servizi per i consumatori necessari a tal fine (servizi di manutenzione, riparazione ecc.),
- stimolando i consumatori con misure d'incentivo e di sostegno a favore delle riduzione dei rifiuti e della loro corretta separazione,
- incentivando sistemi di raccolta differenziata che contengano al minimo i costi di riciclaggio e riutilizzo,
- favorendo il raggruppamento di attività per evitare che i sottoprodotti diventino rifiuti (simbiosi industriale)" (Commissione Europea, 2014).

La Comunicazione della Commissione richiama anche il lavoro svolto in precedenza dalla Piattaforma EREP (European Resource Efficiency Platform): "La Piattaforma europea sull'efficienza nell'impiego delle risorse ha individuato importanti opportunità commerciali in diverse fasi del "circolo" per reintrodurre le materie nel processo di produzione, nei vari segmenti della catena di approvvigionamento originaria o in altre catene di approvvigionamento.

Le indicazioni della Piattaforma si basano su iniziative coronate da successo che potrebbero essere sviluppate su più vasta scala e più diffusamente, tra cui: nella fase della produzione, norme di approvvigionamento sostenibile, programmi volontari gestiti dall'industria e dai dettaglianti, simbiosi industriale per reperire i mercati per i sottoprodotti" (Commissione Europea, 2014).

La Simbiosi Industriale, quindi, è individuata come uno degli strumenti di *policy* utili per il raggiungimento degli obiettivi in materia di efficienza d'uso delle risorse, in particolare nella fase di recupero di residui e sottoprodotti e nella loro successiva valorizzazione attraverso l'immissione all'interno di nuovi processi produttivi.

Il ruolo della simbiosi come strumento per la transizione verso un modello circolare è riportato in Figura 31.



Figura 31: la Simbiosi Industriale tra gli strumenti che concorrono alla realizzazione pratica dell'Economia Circolare. Elaborazione realizzata a partire dai dati contenuti nella Comunicazione COM(2014) 398 final/2, "Verso un'economia circolare: programma per un'Europa a zero rifiuti" (Commissione Europea, 2014)

In particolare, questo nuovo campo di ricerca interdisciplinare, ha l'obiettivo di permettere e realizzare la condivisione di risorse tra imprese afferenti a settori produttivi tradizionalmente separati, riutilizzando i sottoprodotti in altri processi industriali così da ridurre il quantitativo di rifiuti generati.

5.2. Evoluzione storica e attuale definizione della Simbiosi Industriale

La Simbiosi Industriale, come metodologia di riutilizzo efficiente di residui e sottoprodotti, si lega quindi a doppio filo sia all'Economia Circolare, come strumento applicativo e di *policy* per la realizzazione pratica di un modello circolare dei processi produttivi, sia all'Ecologia Industriale (introdotta nel Capitolo 1), che definisce il contesto teorico e scientifico all'interno del quale la simbiosi si struttura.

Già l'etimologia dell'espressione lascia intendere il significato di questo modello interdisciplinare: con “simbiosi”, da definizione si intende “Associazione intima, spesso obbligata, fra organismi (animali o vegetali) di specie diverse, che generalmente comporta fenomeni di coevoluzione. A seconda del tipo di relazione che si instaura tra i vari organismi (simbionti), si possono definire diverse modalità di simbiosi” (Treccani, 2015). Associata all'aggettivo “industriale”, questa locuzione lascia intendere di occuparsi dell'interazione tra industrie (per estensione, processi produttivi), che in questo caso scambiano flussi di materia ed energia.

Secondo diversi studiosi, la prima definizione di Simbiosi Industriale, intesa nel senso che tuttora le viene conferito, si può far risalire al periodo a cavallo tra la metà degli anni '30 e la metà degli anni '40 del secolo scorso. Gli autori cui viene riconosciuta la prima discussione elaborata del tema (Desrochers & Leppala, 2010) sono i geografi Charles Langdon White e George T. Renner, che in un lavoro del 1936 definirono il concetto come “la strutturazione di due o più industrie di base in un'area”. Secondo questa definizione la simbiosi “può essere disgiuntiva quando le progressioni economiche sono mutualmente indipendenti e non esistono relazioni reciproche”, diventando in qualche caso perfino “competitiva e dannosa” (Langdon & Renner, 1936). La simbiosi può invece essere “coniuntiva, osservata tra industrie apparentemente separate e distinte, che in realtà dipendono reciprocamente l'una dall'altra per l'approvvigionamento di materie prime, beneficiando di condizioni di vicinanza” (Langdon & Renner, 1936).

Questa definizione fu successivamente ripresa solo da Renner, che in un lavoro del 1947 ampliò il concetto utilizzando un approccio tipico delle scienze ecologiche al fine di descrivere le relazioni organiche esistenti tra industrie diverse. In particolare Renner definì la Simbiosi Industriale come “il consorziarsi di due o più industrie dissimili”, definendo la simbiosi “coniuntiva” o “disgiuntiva” sulla base della presenza di “connessioni organiche” tra le imprese. In questo lavoro aggiunse però la considerazione che, nel caso di simbiosi coniuntiva, questa non era determinata solo dal fatto che una delle imprese

fornisse materie prime all'altra, ma anche dalla capacità reciproca di riutilizzare rifiuti e sottoprodotti all'interno dei differenti processi produttivi (Renner, 1947).

Successivamente ai primordi appena descritti, questa branca scientifica (già allora interdisciplinare, come si può notare dall'innestarsi di competenze geografiche, economiche ed ecologiche) non ebbe uno sviluppo organico, tanto che la stessa definizione di Simbiosi Industriale nei decenni successivi fu ripresa solo saltuariamente da alcuni autori che si preoccuparono di descrivere le interazioni esistenti tra imprese di settori produttivi differenti. In breve, fino agli anni '80 del secolo scorso il concetto di Simbiosi Industriale fu utilizzato a lungo per descrivere differenti relazioni esistenti tra industrie localizzate in una stessa area: tra queste relazioni, anche (ma non solo) lo scambio di sottoprodotti. La maggior parte della letteratura, però, descrisse queste relazioni fino agli anni '80 senza utilizzare questa definizione (Desrochers & Leppala, 2010).

La svolta, dal punto di vista scientifico, si ebbe nel 1989, anno in cui Frosh e Gallopoulos introdussero il concetto di Ecologia Industriale, già descritto nel Capitolo 1. L'Ecologia Industriale, considerata "scienza della sostenibilità" (Allenby B. R., 1999), introduce infatti in maniera sistematica l'analogia tra sistemi industriali e sistemi naturali, nell'ottica di progettare processi caratterizzati da un'elevata capacità di riutilizzo delle risorse e di minimizzazione degli sprechi, oltre che da una rilevante sostenibilità complessiva. All'interno di questo paradigma teorico si innesta lo strumento della Simbiosi Industriale, inteso come modello che indaga sulle relazioni esistenti tra i sistemi industriali e il loro ambiente (naturale ed economico) (Chertow & Park, Reusing non-hazardous industrial waste across business clusters, 2011).

Secondo una delle più recenti definizioni, la Simbiosi Industriale "coinvolge organizzazioni differenti in una rete che favorisce l'eco-innovazione e la cultura del cambiamento a lungo termine. La creazione e la condivisione di conoscenza attraverso la rete permette di realizzare transazioni reciprocamente convenienti, che consentono di individuare nuove fonti in grado di fornire gli input richiesti, destinazioni a valore aggiunto per i sottoprodotti e consentono di migliorare processi tecnici e di business" (Lombardi & Laybourn, 2012). Questa definizione, molto estensiva, è l'evoluzione (Cutaia, et al., 2013) di una definizione data dagli stessi autori nel 2010: "La Simbiosi Industriale coinvolge industrie tradizionalmente separate e altre organizzazioni in una rete che favorisca le strategie innovative per un uso più sostenibile delle risorse (materiali, energia, acqua, *asset*, competenze, servizi, ecc.). Attraverso la rete sono individuate le opportunità di business, così da portare a transazioni reciprocamente convenienti, che consentono di individuare

nuove fonti in grado di fornire gli input richiesti e destinazioni a valore aggiunto per i sottoprodotti”.

Va sottolineato che queste definizioni risultano differenti rispetto a quella probabilmente più nota e riconosciuta a livello di letteratura, proposta da Chertow: “La parte dell’Ecologia Industriale nota come Simbiosi Industriale coinvolge industrie tradizionalmente separate in un approccio collettivo per ottenere un vantaggio competitivo legato allo scambio fisico di materiali, energia, acqua e sottoprodotti. Gli aspetti chiave della Simbiosi Industriale sono la collaborazione e le possibilità di sinergia offerte dalla prossimità geografica” (Chertow, 2000).

Si può notare che le differenze principali sono legate al concetto di “prossimità geografica”, necessario per Chertow, che diventa invece una “prossimità economica” (Cutaia, et al., 2013) per Lombardi e Laybourn. In generale, comunque, la simbiosi è uno strumento che fa leva sull’individuazione e realizzazione di sinergie tra imprese all’interno di un contesto ben definito.

Per sintetizzare, si può infine fare riferimento al *payoff* presente sul sito del NISP: “la Simbiosi Industriale fa circolare le risorse in un ciclo produttivo continuo che evita lo spreco: è Economia Circolare in azione” (International Synergies Ltd., 2015).

5.3. Elementi peculiari dei modelli di Simbiosi Industriale: *hard features* e *soft features*

La Simbiosi Industriale, strumento dell’Ecologia Industriale e dell’Economia Circolare, ha quindi due macro-obiettivi: la creazione di vantaggi competitivi per le imprese e il miglioramento delle prestazioni ambientali di un territorio o di un’area industriale.

Ciò può avvenire perché, per le imprese, far parte di una rete consente di condividere fattori di rischio e di costo, connessi all’approvvigionamento delle materie prime, al mancato smaltimento di sottoprodotti e alla possibilità di condividere servizi e infrastrutture.

Questi macro-obiettivi vengono raggiunti attraverso la modellizzazione dei processi produttivi presenti nell’area di riferimento, in modo tale da chiudere i cicli delle risorse, minimizzando il prelievo di materia prima dall’esterno e la produzione di rifiuti conferiti all’esterno.

Le peculiarità principali di questo strumento sono riassunte di seguito:

- Applicazione in un “dominio”³³ ben definito, geografico o economico. Secondo la declinazione geografica (data da Chertow), la simbiosi si può sviluppare in un contesto di prossimità: tra imprese limitrofe, in un raggruppamento di imprese, in un distretto, in un’area industriale o un’APEA. Secondo la declinazione economica (data da Lombardi e Laybourn), la simbiosi si può sviluppare in una rete in cui la prossimità sia determinata dagli interessi di business, dalla comune propensione all’innovazione e alla condivisione.
- Coinvolgimento di attori “diversi”. Come si evince soprattutto dalla definizione di Lombardi e Laybourn, maggiore è la differenziazione tra i soggetti coinvolti nella rete, maggiore è la disponibilità di competenze cui attingere e di risorse da valorizzare. L’utilizzo del termine “diversi” (Lombardi e Laybourn), al posto di “tradizionalmente separati” (Chertow), evita fraintendimenti e ambiguità legate all’interpretazione dell’avverbio “tradizionalmente”: non è infatti chiaro se si faccia riferimento al settore produttivo, alla proprietà, ai processi (Lombardi & Laybourn, 2012).
- Realizzazione di una rete. Il modello di Simbiosi Industriale si basa infatti sull’individuazione e sulla creazione di sinergie tra gli attori precedentemente citati, all’interno del “dominio” definito, combinando gli elementi descritti sopra. Il termine “rete” (o *network*) consente di definire al meglio il concetto di interazione e scambio reciproco di informazioni e risorse tra i soggetti coinvolti. Questo sistema, inoltre, non va inteso come chiuso, ma è aperto all’ingresso di nuovi membri.
- Individuazione di sinergie a 360°. Le potenziali interazioni tra i soggetti compresi all’interno del “dominio” precedentemente definito non sono legate solo allo scambio di sottoprodotti, ma possono riguardare anche la condivisione di spazi, servizi, infrastrutture e competenze. Le imprese, ad esempio, possono avvalersi di servizi logistici o di sorveglianza comuni.
- Eco-innovazione e sostenibilità. Questi termini caratterizzano i modelli di Simbiosi Industriale, che consentono di ottenere vantaggi competitivi e benefici ambientali. Il termine “eco-innovazione”, infatti, negli ultimi due decenni è stato associato alle azioni condotte dalle imprese che hanno saputo coniugare ritorni economici e miglioramento delle prestazioni ambientali (OECD, 2015): esattamente i risultati perseguiti dall’applicazione di modelli di simbiosi.

³³ Da intendersi con riferimento alla definizione matematica: in analogia all’insieme su cui è definita una funzione, nel caso della simbiosi si può intendere come “l’insieme dei soggetti per i quali valgono le condizioni di applicabilità dei processi di simbiosi”.

- Contesto “culturale” favorevole autoalimentante. Gli attori del “dominio” sono già in partenza caratterizzati dalla “prossimità” definita precedentemente; quando non è geografica è legata alla loro predisposizione all’innovazione, alla condivisione di informazioni e risorse. Il fatto di essere parte di un network di simbiosi tende a incrementare questa predisposizione: secondo quanto definito da Cohen-Rosenthal, “cominciare ad attingere dalle risorse di una rete altera la percezione che un’organizzazione ha di sé stessa e di come opera” (Cohen-Rosenthal, 2000). Tradotto in altre parole, attraverso la partecipazione alla rete, le imprese (evidentemente già predisposte) cominciano a modificare progressivamente la loro cultura e il loro approccio, diventando sempre più attente a nuove opportunità e a nuove possibilità di interazione, diventando al contempo più efficienti nei loro processi. Analogamente, all’interno di una rete anche le fonti di informazioni si moltiplicano, consentendo così di aumentare anche il patrimonio di risorse intangibili degli attori coinvolti nel network.

Di seguito questi aspetti peculiari dei modelli di Simbiosi Industriale sono stati schematizzati introducendo un’analogia derivante dal mondo delle risorse umane, facendo riferimento alla distinzione tra *hard skills* e *soft skills*. Le prime sono generalmente intese come competenze specifiche, tipicamente acquisite in seguito ad attività di formazione; le seconde sono invece intese come competenze trasversali, non cognitive ma peculiari del soggetto cui si fa riferimento.

In questo caso, il sistema cui si fa riferimento parlando, in analogia, di *hard features* e *soft features* è il modello di simbiosi. Le prime si possono quindi intendere come caratteristiche base, imprescindibili per la costituzione di un network; le seconde come caratteristiche trasversali che possono caratterizzarlo fin dall’inizio o che si possono sviluppare successivamente all’interno di un ecosistema favorevole (ad esempio, la propensione culturale alla condivisione di informazioni o all’innovazione può essere inizialmente ridotta, ma aumentare nel corso del tempo in seguito alle interazioni della rete).

Questa schematizzazione è riportata in Figura 32.

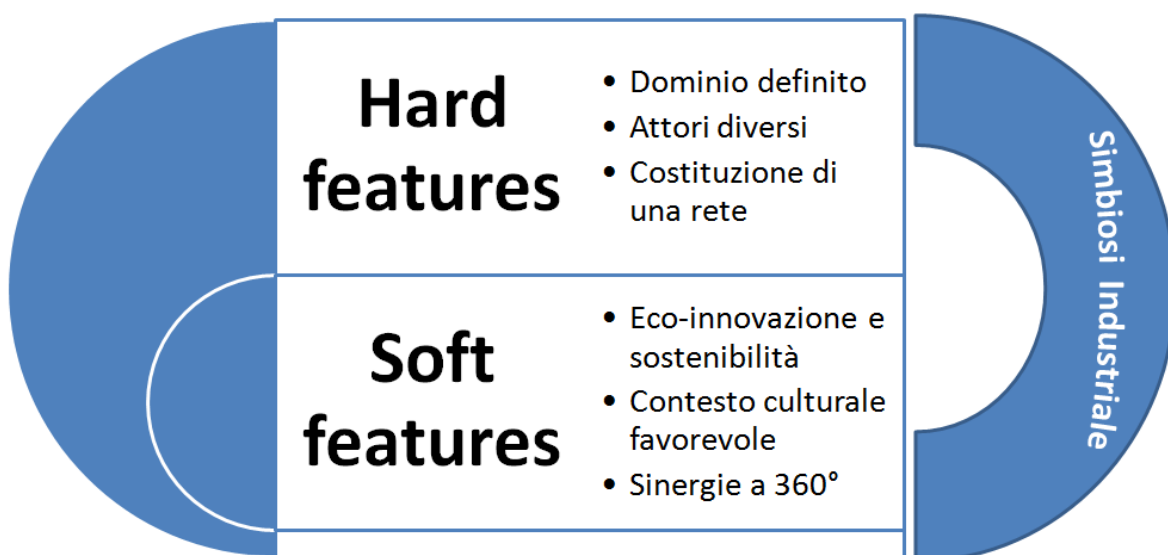


Figura 32: Riepilogo degli elementi peculiari che caratterizzano i network di Simbiosi Industriale, ripartiti tra *hard features* (elementi base) e *soft features* (elementi trasversali).

5.4. Condizioni al contorno per l'applicazione e il funzionamento di modelli di Simbiosi Industriale

La Simbiosi Industriale, per quanto riepilogato in precedenza, è quindi studiata da tempo, anche se solo da un paio di decenni in maniera sistematica. Ancora da più tempo processi di “simbiosi” vengono realizzati tra imprese che, ignare dell’esistenza di un contesto scientifico relativo a questo ambito, cercano e trovano soluzioni di reciproco interesse per la valorizzazione dei propri sottoprodotti e scarti. Dagli anni '90 del secolo scorso, con l'introduzione della teoria dell'Ecologia Industriale, questo contesto scientifico è riconosciuto e diffuso. Attualmente il compito della ricerca industriale è quello di mettere a sistema le conoscenze, definendo una metodologia di indagine che risulti efficace soprattutto nel collegare competenze e filiere industriali trasversali. Queste devono collaborare e interagire affinché i processi siano vantaggiosi e replicabili, e affinché la rete di scambio di flussi possa arrivare a raggiungere un punto di ottimo all'interno del contesto sociale, ambientale ed economico.

Affinché questo possa accadere e si realizzino network di simbiosi in grado di sostenersi, devono essere verificate tre condizioni al contorno (Iacondini, Mencherini, Passarini, & Vassura, 2014):

- Fattibilità tecnica: la Simbiosi Industriale deve funzionare.
- Fattibilità economica: la Simbiosi Industriale deve essere conveniente.

- Fattibilità normativa: i processi di scambio di sottoprodotti devono poter essere autorizzati.

Queste condizioni al contorno sono schematizzate in Figura 33.

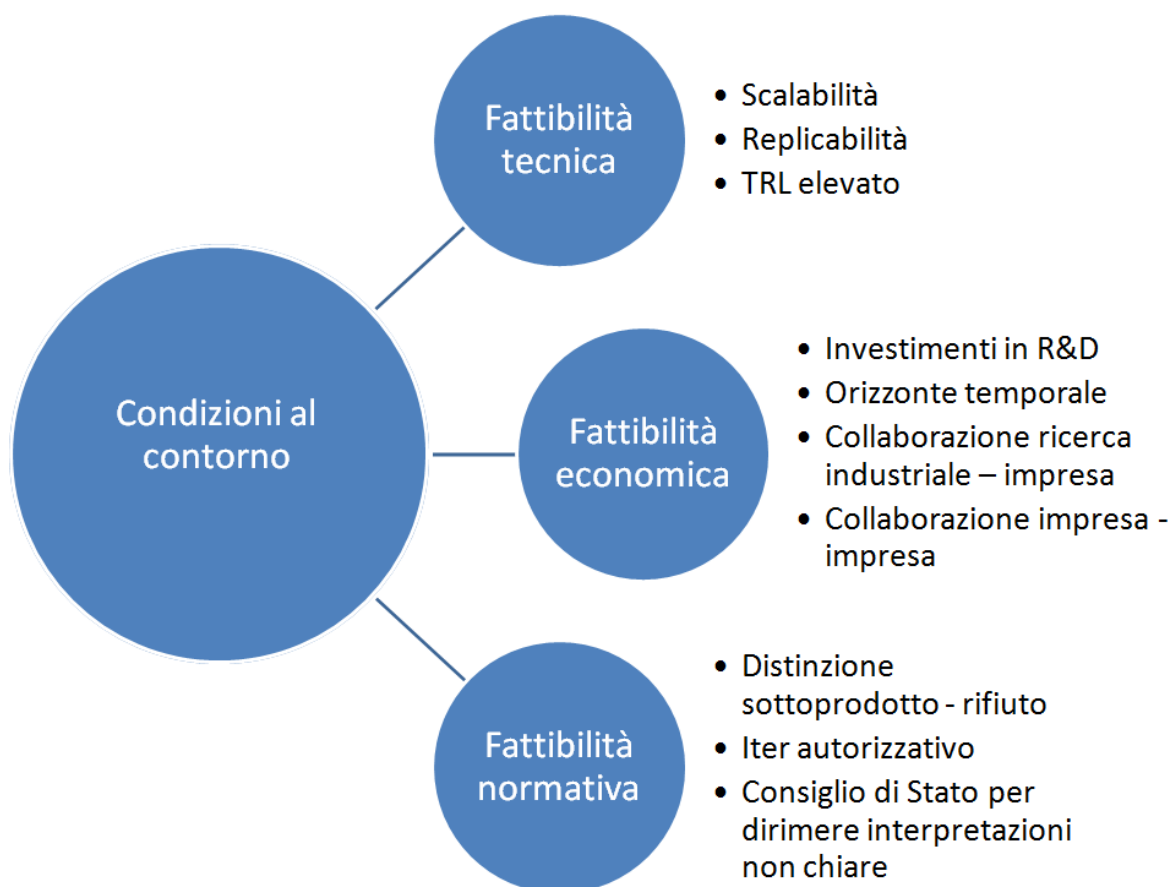


Figura 33: condizioni al contorno per la realizzazione e il mantenimento di processi e modelli di Simbiosi Industriale

Andando maggiormente nel dettaglio, si può affermare che lo studio di processi e modelli di riuso di sottoprodotti e risorse abbia raggiunto nel tempo una notevole maturità. Esiste però una criticità legata alla capacità di scalare progetti pilota a livello industriale, passando da valori di TRL (Technology Readiness Level³⁴) pari a 6 o 7, fino al valore di 9.

³⁴ Il termine Technology Readiness Level (acronimo TRL), che si può tradurre con Livello di Maturità Tecnologica, indica una metodologia per la valutazione del grado di maturità di una tecnologia, originariamente sviluppata dalla NASA nel 1974. Nel 2013, l'Organizzazione internazionale per la normazione (ISO) ha pubblicato un proprio standard per definire i livelli di maturità tecnologica ed i relativi criteri di valutazione. Attualmente il sistema si basa su una scala di valori da 1 a 9, dove 1 è il più basso (definizione dei principi base) e 9 il più alto (sistema già utilizzato in ambiente operativo).

Il significato dei valori è il seguente (Commissione Europea, 2014):

Ricerca di base

- TRL 1 : Principi di base osservati

Ricerca tecnologica e applicata

- TRL 2 : Concetto della tecnologia formulato

Questa problematica è particolarmente sentita a livello italiano dove, tolta l'esperienza della piattaforma siciliana realizzata da ENEA e l'attività pilota sperimentale oggetto del 3° e del 4° Capitolo di questa tesi, sono stati realizzati quasi esclusivamente lavori di ricerca che non hanno però avuto applicazioni e ricadute pratiche (Albino & Fraccascia, 2015). La simbiosi deve funzionare tecnicamente: i processi di riuso e valorizzazione dei residui e dei sottoprodotti identificati a livello teorico devono cioè funzionare anche all'atto pratico. Il problema è legato al fatto che, molto spesso, la transizione dalla fase teorica a quella della realizzazione pratica viene a mancare.

Ciò accade anche a causa della seconda condizione che deve essere verificata: la simbiosi deve essere economicamente conveniente. Se, di base, i processi di riuso e valorizzazione di risorse altrimenti smaltite in discarica sono di per sé convenienti, vanno però considerate nel bilancio complessivo anche le spese in Ricerca e Sviluppo che le imprese devono sostenere per poter individuare e applicare soluzioni di simbiosi. Attualmente in Italia sono poche, a causa della crisi, le aziende che possono permettersi di aggiungere in bilancio voci di questo tipo, specialmente tra le Piccole e Medie Imprese (PMI). Analizzando i dati ISTAT, infatti, si evidenzia il fatto che la spesa in R&S da parte delle micro e piccole imprese (classe di addetti fino a 49 dipendenti) nel 2013 rappresentava solo il 10,3% del totale, a fronte del 16,4% delle medie imprese (50-249 addetti) e, soprattutto, del 73,3% coperto dalle grandi imprese (classe di addetti > 250) (Associazione Italiana Ricerca Industriale, 2016).

Inoltre non sempre i processi di simbiosi determinano un ritorno economico dell'investimento nel breve termine, e questo cozza con l'atteggiamento precauzionale e con "orizzonte limitato" di molte imprese, non disposte a imbarcarsi in investimenti che non determinino benefici entro i primi 3 anni. A queste criticità va anche aggiunta la peculiarità italiana dello scarso spirito collaborativo tra imprese e tra differenti filiere, aspetto che complica ulteriormente la riuscita efficace ed economicamente sostenibile della chiusura di cicli produttivi.

Le soluzioni a queste criticità, perciò, consistono nell'identificare processi di simbiosi che siano redditizi a breve termine (che non richiedano processi intermedi di valorizzazione, o

-
- TRL 3 : Prova sperimentale del concetto
 - TRL 4 : Validazione in laboratorio del concetto
Sviluppo sperimentale e dimostrazione
 - TRL 5 : Validazione della tecnologia nell'ambiente rilevante
 - TRL 6 : Dimostrazione nell'ambiente rilevante
 - TRL 7 : Dimostrazione nell'ambiente operativo
 - TRL 8 : Sistema completo e qualificato
Prima produzione
 - TRL 9 : Sistema ormai finito e perfettamente funzionante in ambiente reale

grossi procedimenti autorizzativi) o percorsi di simbiosi caratterizzati da un tale valore aggiunto che consenta alle imprese coinvolte di affrontare un profilo di investimento a lungo termine.

In parallelo risulta necessario lavorare sull'aspetto culturale e collaborativo, creando un dialogo efficace tra produttori e utilizzatori finali dei sottoprodotti e superando la resistenza alla collaborazione reciproca: ciò può avvenire, come evidenziato dalle esperienze estere del NISP in UK e di Kalundborg in Danimarca, attraverso un coordinamento forte da parte di istituzioni leader.

Un altro aspetto da curare per evitare cortocircuiti che rendano inapplicabili i modelli di Economia Circolare e di Simbiosi Industriale è inoltre quello della comunicazione tra mondo delle imprese e mondo della ricerca industriale. Non sempre gli innovatori che studiano un processo ne valutano a priori, o durante il loro studio, la fattibilità economica. Ecco perché a volte la comunicazione tra il ricercatore industriale e l'imprenditore che vuole innovare risulta inefficace. Una maggiore conoscenza e considerazione degli aspetti economici e un linguaggio comune tra innovatori e industria sarebbe auspicabile per l'applicazione di processi innovativi e sostenibili. La mancanza o erronea comunicazione tra ricerca e industria è in effetti un grave problema che affligge soprattutto l'innovazione italiana: spesso (ma sempre meno) i ricercatori non sono abituati ad interagire con ambienti commerciali e industriali e spesso il loro messaggio risulta debole e poco attraente per le aziende.

L'ultima condizione al contorno è legata alla fattibilità normativa dei processi di simbiosi: questo aspetto sarà oggetto di approfondimento nel Capitolo 3 e nel Capitolo 4, dove sarà dimostrato che proprio la criticità burocratica è quella che più pesa sulle imprese che vogliono intraprendere processi di valorizzazione dei propri (o altrui) sottoprodotti. In particolare, questa condizione al contorno è particolarmente vincolante in Italia, dove il panorama normativo è alquanto complesso e differenti tipi di rifiuto sono regolati da apposite norme (ad esempio i RAEE, regolati dal D.Lgs 151/2005, i veicoli a fine vita regolati dal D.Lgs 209/2003, gli impianti di co-incenerimento regolati dal D.Lgs 133/2005).

Il vincolo normativo principale risiede nella distinzione tra sottoprodotto e rifiuto (definita in dettaglio nel capitolo successivo), regolata dal Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n. 152, intitolato "Norme in materia ambientale" e dalle successive modifiche apportate dal Decreto Legislativo del 3 dicembre 2010, n. 205. I sottoprodotti, infatti, possono essere valorizzati e riutilizzati, mentre i rifiuti devono essere smaltiti seguendo le indicazioni contenute nelle relative norme.

In particolare, tra le condizioni che devono essere rispettate per poter parlare di sottoprodotto c'è il seguente punto: “la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale”. La definizione di “normale pratica industriale” lascia chiaramente spazio all'interpretazione, ragion per cui è accaduto che la gestione (e l'interpretazione) di questa normativa da parte di autorità locali differenti abbia portato a risultati differenti, così come è accaduto che si sia fatto ricorso al Consiglio di Stato per avere chiarimenti in merito all'interpretazione.

Processi di simbiosi funzionanti da un punto di vista tecnico e redditivi economicamente, quindi, devono poter anche essere autorizzati: molto spesso, in Italia, è proprio questo aspetto (condizionato dalle incertezze e dalle complessità definite in precedenza) che frena le imprese nell'intraprendere processi di valorizzazione dei propri sottoprodotti.

6. Principali modelli di Simbiosi Industriale

All'interno del paragrafo 5 sono state quindi riepilogate le basi teoriche della Simbiosi Industriale, intesa come strumento applicativo dell'Economia Circolare, derivato dall'interazione di discipline trasversali e, in particolare, dall'Ecologia Industriale. Le basi su cui questo modello si fonda sono costituite dalla condivisione e dalla valorizzazione di risorse e sottoprodotti tra imprese afferenti a settori produttivi tradizionalmente separati, ma si può realizzare secondo modalità differenti.

Tramite l'analisi della letteratura in materia di Simbiosi Industriale, se ne possono identificare quattro principali tipologie:

- Distretti di Simbiosi Industriale (il “Modello Kalundborg”);
- Le Reti per la Simbiosi Industriale;
- Ecosistemi di Simbiosi Industriale: parchi Eco-Industriali (EIP) e Aree Produttive Ecologicamente Attrazate (APEA).

Bisogna specificare che mentre nel caso dei distretti, dei parchi Eco-Industriali e delle Aree Produttive Ecologicamente Attrazate i modelli di simbiosi industriale che si realizzano sono suscettibili di minori variazioni, l'approccio delle Reti per la Simbiosi Industriale è in generale meno vincolato e consente di realizzare interventi di chiusura dei processi produttivi variabili nel tempo e nello spazio (ENEA, 2012).

6.1. Distretti di Simbiosi Industriale: il “Modello Kalundborg”

A questo gruppo appartengono esperienze di sviluppo come quella di Kalundborg, ossia processi di applicazione di meccanismi di Simbiosi Industriale in ambiti territoriali più o meno estesi, tra numerose realtà che nel tempo realizzano specifici interventi per la chiusura e l'ottimizzazione dei cicli produttivi. Si tratta, come si vedrà, di un approccio “bottom-up”: il sistema di relazioni tra gli attori nasce indipendentemente da una specifica programmazione, sulla base di accordi finalizzati alla realizzazione di scambi di materia, energia, servizi o competenze.

Quello di Kalundborg, cittadina danese di circa 16.000 abitanti localizzata 110 chilometri a ovest di Copenhagen, è il modello di Simbiosi Industriale sicuramente più citato in letteratura: a partire dalla fine degli anni '80 ha cominciato a essere studiato, ed è diventato nel tempo il modello di riferimento per questa pratica.

La storia della simbiosi a Kalundborg è cominciata a cavallo degli anni '60 e '70 del secolo scorso, quando all'interno dell'area industriale di questo Comune ha cominciato a

svilupparsi, in maniera non pianificata a livello istituzionale, ma spontanea, una complessa rete di scambi di materiali ed energia che coinvolto un numero sempre maggiore di soggetti. Il primo percorso di simbiosi risale al 1961, quando la raffineria della Statoil (poi divenuta ESSO) realizzò le prime condotte per utilizzare l'acqua del vicino lago Tissø; nel 1972, poi, sempre la Statoil realizzò un accordo con un'impresa locale produttrice di gesso per fornire il gas naturale in eccesso. L'anno successivo fu la centrale elettrica a realizzare un accordo con la Statoil per connettersi alle condotte che portavano l'acqua: era il 1973 e aveva preso forma il primo "nucleo" di quello che sarebbe diventato il modello di simbiosi di Kalundborg.

Tuttora questo network mette a sistema circa 30 percorsi di simbiosi (Symbiosis Institute, 2013), raccolti in 30 "progetti", di cui 14 relativi al riuso e recupero di acqua, 7 allo scambio di energia e 12 alla valorizzazione di rifiuti e sottoprodotti materiali (alcuni di questi sono attinenti a più settori) (Christensen J. , The Kalundborg Symbiosis: What, who, when, how and why?, 2012).

La rete è in evoluzione e aperta all'individuazione di nuovi attori e nuovi percorsi di condivisione per il riuso e la valorizzazione di sottoprodotti che possano divenire risorse in ingresso in altri processi.

L'evoluzione della rete di simbiosi di Kalundborg dal 1961 fino al 2010 (anno nel quale si è avuta una significativa evoluzione delle relazioni simbiotiche all'interno dell'area industriale) è rappresentata in Figura 34, tratta dal sito internet del Symbiosis Institute, l'organizzazione che attualmente regola e gestisce il network di Kalundborg.



Figura 34: la schematizzazione dell'evoluzione, dal 1961 al 2010, delle sinergie di simbiosi realizzate a Kalundborg. Immagine tratta dal sito internet del Symbiosis Institute (Symbiosis Institute, 2013)

A Kalundborg si è cioè sviluppato nel tempo un sistema a rete territoriale che opera, grazie al vantaggio della prossimità, proprio secondo i principi precedentemente definiti della Simbiosi Industriale. Gli scambi di materie seconde, scarti di produzione e forme residue di energia hanno quindi il duplice risultato di incrementare l'efficienza dei processi produttivi (creando, come da definizione, un "vantaggio competitivo") e di ridurre gli impatti ambientali associati al contesto.

Ogni interazione tra gli attori della rete è nato in quanto accordo di business economicamente interessante tra le imprese partecipanti e sviluppato attraverso contratti bilaterali. Come detto, alla base non c'è stato quindi un processo di pianificazione istituzionale e urbanistica: l'aspetto normativo ha avuto invece un ruolo "indiretto" nel tempo, legato ad esempio ai vincoli molto rigidi sullo smaltimento dei rifiuti pericolosi in discarica, ragione che ha spinto fisiologicamente le imprese a individuare soluzioni più semplici e convenienti.

Secondo la definizione di Jørgen Christensen, "la Simbiosi Industriale a Kalundborg è un network relazionale e di scambio di risorse, composto da oltre trenta accordi commerciali bilaterali tra numerose industrie e la società *multiutility* del Comune. Riassumendo, è un

‘non-progetto’ realizzato da una ‘non-organizzazione’” (Christensen J. , The Kalundborg Symbiosis: What, who, when, how and why?, 2012).

Lo schema riassuntivo delle sinergie attualmente presenti all’interno della rete di Kalundborg è riportato in Figura 35, tratta dal sito della Ellen MacArthur Foundation.

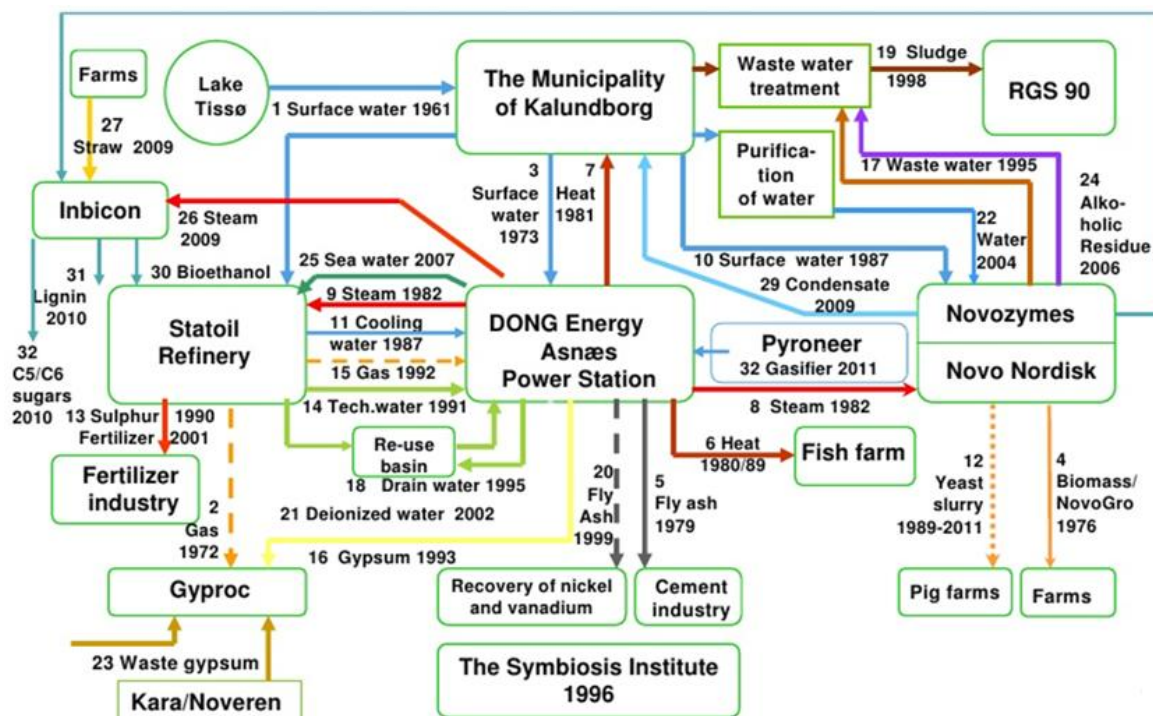


Figura 35: schema riassuntivo delle sinergie che attualmente costituiscono il network di simbiosi a Kalundborg, tratto dal sito della Ellen MacArthur Foundation (Ellen MacArthur Foundation, 2015)

I vantaggi connessi allo sviluppo di un complesso sistema di scambio e valorizzazione dei sottoprodotti, come quello realizzato a Kalundborg, si possono riassumere come segue:

- Valorizzazione dei sottoprodotti e dei rifiuti: il sottoprodotto di un’azienda diventa una risorsa per un’altra azienda. Ciò significa un risparmio sia per l’impresa detentrici dei flussi (che altrimenti dovrebbe smaltirli, con un costo), che per l’impresa ricettrice (che altrimenti dovrebbe approvvigionarsi di materie prime a un costo superiore).
- Riduzione nel consumo delle risorse (materiali ed energetiche).
- Riduzione della pressione ambientale: questo riguarda le emissioni in acqua, atmosfera, la produzione di rifiuti, il conseguente smaltimento e il consumo di suolo.

I benefici ambientali ed economici connessi al funzionamento di questa rete sono significativi e molteplici (Christensen J. , 2006):

- Risparmio nell'uso di risorse:
 - Acque sotterranee: $1,9 \cdot 10^6$ [m³/y]
 - Acque di superficie: $1,0 \cdot 10^6$ [m³/y]
 - Petrolio: 20.000 [t/y]
 - Carbone: 30.000 [t/y]
- Emissioni evitate:
 - CO₂: 275.000 [t/y]
 - SO₂: 25.000 [t/y]
- Rifiuti e sottoprodotti riutilizzati:
 - Gesso: 200.000 [t/y]
 - Ceneri: 135.000 [t/y]
 - Zolfo: 2.800 [t/y]

Complessivamente, si stima che il beneficio economico determinato dal network di Kalundborg sia pari a circa 55 milioni di euro (Christensen T. B., 2013).

Tramite l'analisi della letteratura in materia si possono quindi riassumere alcune caratteristiche del modello di Kalundborg, che rappresentano anche le peculiarità che hanno permesso a questa rete di funzionare così efficacemente, diventando un punto di riferimento in materia (Christensen J. , 2006) (ENEA, 2012).

- Le industrie partecipanti sono compatibili tra loro, anche se afferenti a settori produttivi diversi. Le aziende devono avere una produzione diversificata: se fossero uguali, non potrebbero avere scambi fra di loro.
- Le industrie sono geograficamente limitrofe: la distanza fisica tra i vari siti può incidere sui costi relativi al trasporto e rendere un percorso di simbiosi non conveniente economicamente.
- La distanza “mentale” tra i partecipanti deve essere ridotta: apertura, comunicazione e fiducia sono requisiti fondamentali su cui si basa una buona collaborazione tra i partecipanti (l'aspetto culturale precedentemente citato).
- I singoli accordi tra industrie sono basati su principi commerciali: l'aspetto principale è quello legato alla possibilità di fare business. In secondo luogo, però, esiste anche una condivisa consapevolezza ambientale.
- Miglioramenti ambientali, conservazione delle risorse e incentivi economici procedono di pari passo.

- Lo sviluppo della simbiosi ha una base volontaria, ma nell'ambito di una cooperazione con le autorità.
- L'approccio è "bottom-up": il sistema di relazioni si sviluppa indipendentemente da una specifica programmazione.
- La comunicazione (sia interna che esterna) è molto efficace.

Le principali caratteristiche di questo modello sono riepilogate in Figura 36.

Parametro	Valore
Approccio	Bottom-up
Prossimità	Geografica
Tipologia di imprese	Compatibili
Adesione	Volontaria
Motivazione primaria alla partecipazione	Economica
Grado di collaborazione interna	Molto elevata

Figura 36: principali caratteristiche del modello di simbiosi di Kalundborg. Elaborazione realizzata da dati di letteratura

6.2. Reti per la Simbiosi Industriale

Le reti per la Simbiosi Industriale sono invece network prevalentemente relazionali, prima ancora che fisici, aventi l'obiettivo di permettere l'incrocio tra domanda e offerta di risorse (materiali ed energetiche) da parte di attori industriali che hanno disponibilità di sottoprodotti da valorizzare o necessità di materie prime da utilizzare all'interno dei loro processi produttivi.

Come sarà evidenziato di seguito, queste reti non hanno una base e un contesto prettamente territoriale, ma si possono estendere su aree anche rilevanti, così da permettere l'interazione tra attori che altrimenti non avrebbero occasione di incontro.

Tra le esperienze più significative di questo tipo, di seguito ne saranno riassunte due: quella del NISP in Gran Bretagna e quella di ENEA in Sicilia.

National Industrial Symbiosis Programme (NISP)

Così come Kalundborg ha rappresentato il caso scuola attorno a cui si è sviluppato lo studio dei modelli di simbiosi, l'esperienza del Regno Unito costituisce attualmente il sistema più diffuso ed evoluto, che ha avuto maggiore peso anche nell'influenzare le politiche europee in materia di sostenibilità e riuso delle risorse.

Con l'acronimo NISP si intende "National Industrial Symbiosis Programme", ossia Programma Nazionale di Simbiosi Industriale: avviato nel 2003 in Gran Bretagna e coordinato dalla società International Synergies di Birmingham, ha costituito la prima iniziativa di Simbiosi Industriale proposta istituzionalmente su scala nazionale.

Il network è stato inizialmente finanziato dal governo del Regno Unito per una sperimentazione in tre regioni pilota (West Midlands, Scozia, Yorkshire e Humber), con il supporto delle agenzie di sviluppo locali e tramite il contributo economico derivante dalla tassa sulle discariche. Nel 2005, in seguito ai positivi risultati ottenuti, è stato replicato ed esteso a livello nazionale: approvato dalla Camera dei Comuni, ha infatti ottenuto un finanziamento di 27 milioni di sterline (International Synergies Ltd., 2015) fino a marzo 2013, da parte del Dipartimento per l'Ambiente, il Cibo e gli Affari Rurali (DEFRA).

Il programma si è sempre identificato tramite l'obiettivo di "creare business", prima ancora che di migliorare le prestazioni ambientali: il *payoff*, infatti, è "Connettere l'industria, creare opportunità".

Il NISP è costituito da una rete di circa 15.000 associati (imprese di ogni settore produttivo e dimensione) (International Synergies Ltd., 2015) che fanno circolare all'interno del

network (sia tramite l'utilizzo di un software, che tramite momenti di incontro e workshop) le proprie disponibilità o necessità di risorse, materiali, energia, acqua, logistica ed expertise. I responsabili tecnici del network, tramite 12 “nodi” regionali, forniscono agli associati supporto tecnico, logistico ed economico, individuando e suggerendo opportunità di collaborazione e scambio, mettendo così in contatto le imprese. Utilizzando una modalità inter-settoriale e sostanzialmente rivoluzionaria, il NISP si prefigge perciò di identificare soluzioni per il riuso e la valorizzazione di risorse inutilizzate o sotto-utilizzate, convertendo materiali altrimenti smaltiti in discarica, energia o acqua di scarto in prodotti ad alto valore aggiunto, generando un beneficio economico e ambientale (NISP Network, 2014). L'attività del network, in realtà, è duplice: sia propositiva (attraverso l'identificazione di possibili sinergie tra diversi interlocutori), che focalizzata su casi specifici (approccio “working with the willing”) (ENEA, 2012).

Come per Kalundborg, i benefici sono quindi in prima istanza economici (e questa rappresenta la principale ragione di adesione al network da parte delle imprese), ma sono accompagnati chiaramente da ritorni di natura ambientale (che rappresentano la motivazione che ha portato il governo del Regno Unito a investire in maniera così significativa sul modello).

I principali risultati ottenuti nel periodo aprile 2005 – marzo 2013 sono riepilogati di seguito (International Synergies Ltd., 2015):

- Risparmio nell'uso di risorse:
 - Acqua: $73 \cdot 10^6$ [t]
 - Materie prime: $73 \cdot 10^6$ [t]
- Emissioni evitate:
 - CO_x : $42 \cdot 10^6$ [t]
- Rifiuti e sottoprodotti riutilizzati:
 - Rifiuti pericolosi: $1,8 \cdot 10^6$ [t]
 - Rifiuti industriali non smaltiti in discarica: $47 \cdot 10^6$ [t]
- Benefici economici:
 - Ricavi generati dalla vendita di sottoprodotti: $1 \cdot 10^9$ [£]
 - Riduzione dei costi connessa alla riduzione di rifiuti da smaltire: $1 \cdot 10^9$ [£]
 - Posti di lavoro creati: ~ 10.000

Le principali caratteristiche di questo modello sono riepilogate in Figura 37.

Parametro	Valore
Approccio	Top-down
Prossimità	Economica
Tipologia di imprese	Qualunque
Adesione	Volontaria
Motivazione primaria	Economica
Collaborazione	Media - Elevata

Figura 37: principali caratteristiche del modello di simbiosi del NISP. Elaborazione realizzata da dati di letteratura

Progetto Ecoinnovazione Sicilia

L'esperienza del NISP in Gran Bretagna e l'approccio delle Reti per la Simbiosi Industriale è stato alla base della proposta per la realizzazione di una Piattaforma di Simbiosi Industriale in Sicilia, ad opera dell'Unità Tecnica Tecnologie Ambientali (UTTAMB) dell'ENEA.

Il progetto è nato nel 2011, grazie al finanziamento concesso dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) al CNR e all'ENEA tramite la Legge finanziaria del 2010 e la Legge di stabilità 2011, avente l'obiettivo di incentivare progetti sviluppati sulle tematiche dell'energia, della tutela ambientale, dell'agroindustria e dei biofarmaci, oltre che nell'ambito dello sviluppo e della promozione di metodologie e tecnologie innovative, al fine di consentire lo sviluppo del tessuto produttivo nel Mezzogiorno e nelle province del Lazio, dell'Abruzzo e del Molise. In questo ambito ENEA ha predisposto il progetto strategico denominato "Ecoinnovazione Sicilia", che si è sviluppato tra maggio 2011 e maggio 2014 (ENEA, 2012). Tra le attività previste dal progetto è stato inserito anche lo "Sviluppo di una Piattaforma regionale di simbiosi industriale", con un focus particolare sui settori delle apparecchiature elettroniche e della plastica.

La struttura della Piattaforma di simbiosi ha ricalcato il modello del NISP, facendo particolarmente leva sull'uso di un portale web dedicato agli utenti (imprese della regione Sicilia) attraverso il quale è possibile ottenere informazioni sulla simbiosi, sui processi di

riuso e valorizzazione di residui e sottoprodotti e, soprattutto, supporto tecnico per il miglioramento delle prestazioni ambientali ed energetiche. Il funzionamento della Piattaforma si basa sulla collaborazione e sull'aggiornamento dei contenuti da parte degli utenti (le imprese che si associano, gli esperti, gli enti locali) e sulla facilitazione da parte dei gestori. In parallelo, sono stati realizzati anche dei tavoli di lavoro locali mirati al coinvolgimento delle imprese sul territorio e all'individuazione di ulteriori sinergie.

Lo schema concettuale della Piattaforma di Simbiosi Industriale del Progetto Eco-Innovazione Sicilia è riportato in Figura 38 (ENEA, 2012).

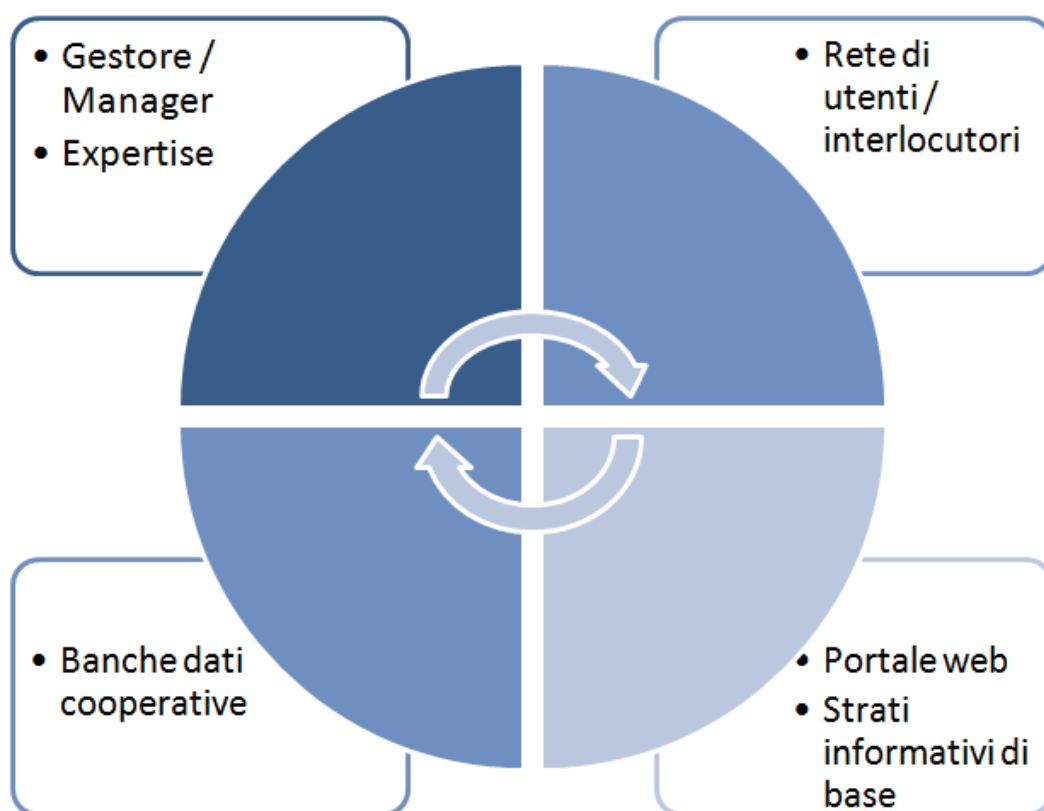


Figura 38: schema concettuale della Piattaforma di Simbiosi Industriale del Progetto Eco-Innovazione Sicilia. Elaborazione realizzata a partire dai dati ENEA (ENEA, 2012)

Nel complesso, il modello di simbiosi del Progetto Eco-Innovazione Sicilia ha ricalcato quello del NISP, per molteplici ragioni: è meno vincolato rispetto ad altre modalità di simbiosi (come quella successivamente descritta dei parchi Eco-Industriali e delle APEA) e consente di realizzare interventi di simbiosi industriale variabili nel tempo e nello spazio. Per queste ragioni, ENEA ha ritenuto che si adatti maggiormente a un tessuto industriale come quello italiano. Va però sottolineato che, a differenza di quanto accaduto nel Regno Unito, il fattore culturale (di cui si parlerà diffusamente nel Capitolo 4), legato alla scarsa

predisposizione delle imprese a condividere informazioni ritenute sensibili (quelle inerenti i propri flussi di materia ed energia) ha reso difficoltoso lo sviluppo del progetto e la messa a sistema dei soggetti coinvolti.

6.3. Ecosistemi di Simbiosi Industriale

Questo terzo gruppo di modelli di simbiosi ha delle peculiarità comuni a entrambe le tipologie precedenti: come i “Distretti di Simbiosi Industriale” si sviluppa all’interno di un’area geografica ben definita (quindi il fattore della prossimità geografica è fondamentale) e, come le “Reti per la Simbiosi Industriale”, è caratterizzato da un approccio “top-down”. La sostanziale differenza è data dal fatto che nei casi precedenti l’obiettivo connesso alla realizzazione del modello è di business (l’opportunità di valorizzare economicamente sottoprodotti e residui, o di approvvigionarsi di materie prime-seconde a prezzo inferiore), mentre in questo caso l’obiettivo è primariamente ambientale.

A questo gruppo appartengono i Parchi Eco-Industriali (EIP), realizzati inizialmente e principalmente in Nord America (Stati Uniti e Canada), poi diffusi in Asia. La declinazione italiana di questo modello è rappresentata dalle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA); queste hanno caratteristiche simili agli EIP, ma una finalità orientata più alla semplificazione normativa e meno alla valorizzazione di residui e sottoprodotti mediante l’applicazione di modelli di Economia Circolare.

Parchi Eco-Industriali (EIP)

Come definito in precedenza, l’approccio alla base degli EIP è di tipo “top-down”, in quanto i parchi eco industriali sono programmati, progettati e gestiti sulla base dei principi dell’Ecologia e della Simbiosi Industriale.

Le definizioni di EIP sono molteplici: “un parco eco-industriale è un sistema industriale che conserva le risorse naturali ed economiche; riduce la produzione, il materiale, l’energia, l’assicurazione, i costi dei trattamenti e le responsabilità, migliora l’efficienza operativa, la qualità, la salute dell’operaio e l’immagine pubblica; ed offre la possibilità di generare reddito dall’uso o dalla vendita di materiali sprecati” (Cote & Hall, 1995). Ancora: “Un parco eco-industriale è una comunità di imprese che cooperano l’una con l’altra e con la comunità locale per dividere in maniera efficiente le risorse (informazioni, materiali, acqua, energia, infrastrutture ed habitat naturale), mirando alla qualità economica

ed ambientale, e ad una gestione equa delle risorse umane” (Lowe, Moran, & Holmes, 1996).

Un’ulteriore definizione è quella secondo cui “un parco eco-industriale è un sistema industriale basato sulla pianificazione degli scambi di materia ed energia, che cerca di minimizzare l’uso di energia e materie prime, minimizzare gli scarti e, in generale, costruire rapporti ecologicamente, socialmente ed economicamente sostenibili” (President's Council on Sustainable development, 1996).

In generale, si può sottolineare che la caratteristica principale risulti quella di integrare in maniera simbiotica le sue attività, e di integrare queste attività con l’ambiente.

Come detto, l’approccio è top-down: non si genera spontaneamente, ma per la spinta istituzionale mirata ad aumentare la sostenibilità ambientale dei processi produttivi.

Tipicamente, il processo di progettazione, realizzazione e gestione di un EIP consiste dei seguenti passaggi (Cutaia, 2011):

1. Individuare e coinvolgere le comunità interessate a contribuire alla progettazione del parco.
2. Ridurre l’impatto ambientale mediante la sostituzione dei materiali tossici presenti nei processi produttivi, gli scambi di materiali e la gestione integrata dei rifiuti.
3. Massimizzare l’efficienza energetica attraverso l’utilizzo “in cascata” dei sottoprodotti energetici.
4. Conservare il più a lungo possibile i materiali attraverso il riutilizzo, recupero e riciclaggio.
5. Costruire un network che comprenda i fornitori e i clienti presenti nell’area in cui l’EIP è situato.
6. Applicazione e diffusione di Sistemi di Gestione Ambientale.
7. Realizzazione di un sistema amministrativo e normativo adeguato alla flessibilità richiesta dai processi di riuso delle risorse.
8. Individuazione di strumenti economici per scoraggiare la produzione di rifiuti.
9. Gestione delle informazioni (per facilitare la chiusura dei cicli).
10. Formazione per gli operatori e il management.
11. Attività di marketing per attirare aziende in “nicchie produttive” scoperte.

Le principali caratteristiche di questo modello sono riepilogate in

Parametro	Valore
Approccio	Top-down
Prossimità	Geografica
Tipologia di imprese	Definita dal modello di EIP
Adesione	Volontaria
Motivazione primaria alla partecipazione	Ambientale e normativa
Grado di collaborazione interna	Elevata

Figura 39.

Parametro	Valore
Approccio	Top-down
Prossimità	Geografica
Tipologia di imprese	Definita dal modello di EIP
Adesione	Volontaria
Motivazione primaria alla partecipazione	Ambientale e normativa
Grado di collaborazione interna	Elevata

Figura 39: principali caratteristiche del modello di simbiosi dei Parchi Eco-Industriali.
Elaborazione realizzata da dati di letteratura

Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA)

L'esperienza italiana delle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA) costituisce un modello che si avvicina a quello dei Parchi Eco-industriali. Le APEA sono state introdotte, a livello nazionale, dall'art. 26 del decreto legislativo n. 112 del 1998 (il "decreto Bassanini"), che conferisce alle Regioni il compito di emanare leggi proprie che disciplinino le APEA e disciplinino "altresì le forme di gestione unitaria delle infrastrutture e dei servizi delle aree ecologicamente attrezzate da parte di soggetti pubblici o privati". Attualmente, però, non tutte le Regioni hanno già emanato dei regolamenti in materia di

APEA: solo la Regione Toscana, la Regione Emilia-Romagna, la Regione Marche, la Regione Piemonte, la Regione Abruzzo, la Regione Calabria, la Regione Liguria e la Regione Puglia hanno provveduto.

Gli approcci al tema adottati dalle varie Regioni, peraltro, sono piuttosto diversi; è però possibile evidenziare alcuni fattori comuni (Provincia di Bologna, 2008):

- La progettazione coerente con il territorio.
- La presenza di un referente dell'area industriale (il Soggetto Gestore) che attua un Programma Ambientale condiviso con gli Enti locali.
- La partecipazione delle imprese alla gestione del loro ambito produttivo.

In tali aree la norma impone la presenza di una gestione unitaria e stabilisce che “gli impianti produttivi localizzati nelle aree ecologicamente attrezzate sono esonerati dall'acquisizione delle autorizzazioni concernenti la utilizzazione dei servizi ivi presenti”.

L'aspetto innovativo della gestione ambientale non deriva quindi esclusivamente dagli aspetti progettuali e infrastrutturali. La gestione ambientale condivisa, il dialogo con gli Enti Locali e la partecipazione delle imprese al processo sono elementi per l'avvio di una *governance* territoriale innovativa, che indirizzi e sostenga una politica ambientale di sostenibilità degli insediamenti produttivi. L'area produttiva, e in particolare quella Ecologicamente Attrezzata, è quindi descrivibile quale luogo di dialogo ambientale in cui sono condivise esperienze, risorse e obiettivi di tutti gli attori coinvolti nel processo della sua formazione, sviluppo ed attività. Un luogo dove si sperimentano e attuano azioni in forma partenariale, indirizzate non solo al rispetto delle normative ma più in generale alla soddisfazione delle esigenze ed aspettative ambientali delle imprese insediate e delle comunità locali.

Attraverso la gestione di infrastrutture e servizi collettivi, dimensionati e concertati con la comunità delle imprese residenti, è possibile creare quelle economie di scala che consentono di risolvere questioni ambientali condivise tra più soggetti in modo più efficace. Un'area industriale in cui le imprese, oltre a trovare opportunità di insediamento vantaggiose, possano essere coinvolte in un contesto in grado di far loro migliorare le proprie performance ambientali a fronte di minori oneri, è una delle linee di principio che ispira questo percorso. Il modello di Area Produttiva Ecologicamente Attrezzata non deve pertanto essere visto dai soggetti interessati (imprese, Enti Locali) come un'imposizione esterna, di ostacolo allo sviluppo economico, ma piuttosto come uno strumento di valorizzazione del territorio e di crescita della competitività del sistema produttivo e delle

imprese. Nel principio di gestione ambientale comune va ricercato un vantaggio condiviso, per le imprese, gli Enti e le popolazioni locali. Il mondo imprenditoriale evolve, i territori si dotano di politiche e strumenti volti al loro rafforzamento. Anche le aree industriali possono accompagnare questi cambiamenti, rispondendo da vicino alle esigenze delle imprese e dei cittadini, qualificandosi a diventare uno degli strumenti attuativi di una politica rivolta all'aumento della competitività del territorio, in senso economico, sociale ed ambientale.

In sintesi, da una efficace gestione d'area si dovrebbe ottenere:

- Riduzione della pressione generata dal sistema produttivo sull'ambiente e la comunità locale.
- Incremento del vantaggio competitivo dell'area.
- Utilizzo del suolo più efficiente.
- Aumento del valore del terreno dell'area e delle zone circostanti.
- Riduzione dei costi per infrastrutture e servizi.
- Incoraggiamento ai locatari a non trasferirsi.
- Riduzione dei rischi ambientali.
- Vantaggi economici per le imprese insediate:
 - reperimento di materiali, acqua e energia a costi inferiori;
 - utilizzo di servizi di gestione rifiuti a costi inferiori;
 - possibilità di valorizzazione di flussi di scarto;
 - riduzione dei premi assicurativi;
 - miglioramento dell'immagine.

A fronte di questi obiettivi, però, va sottolineato che, mentre nei parchi Eco-Industriali l'obiettivo finale è la realizzazione di un ecosistema industriale in cui si realizzano anche percorsi di simbiosi, nel caso delle APEA l'obiettivo è principalmente quello di gestire in maniera unica e integrata i servizi ambientali connessi con le attività industriali, anche al fine di semplificare gli adempimenti amministrativi per la gestione degli aspetti ambientali.

Le principali caratteristiche di questo modello sono riepilogate in Figura 40.

Parametro	Valore
Approccio	Top-down
Prossimità	Geografica
Tipologia di imprese	Definita dal modello di APEA
Adesione	Volontaria
Motivazione primaria alla partecipazione	Semplificazione normativa
Grado di collaborazione interna	Ridotta - media

Figura 40: principali caratteristiche del modello di simbiosi delle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate. Elaborazione realizzata da dati di letteratura

CAPITOLO 3 – APPLICAZIONE SPERIMENTALE PILOTA DI MODELLI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE IN EMILIA- ROMAGNA. GESTIONE INTEGRATA, SOSTENIBILE E INNOVATIVA DEI PROCESSI PRODUTTIVI, IN UN’OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE

1. Introduzione: le premesse per l’attività sperimentale di Simbiosi Industriale, il contesto emiliano – romagnolo e i macro-obiettivi dell’attività

Il progetto pilota “Green – Simbiosi Industriale”, cuore dell’attività sperimentale svolta nell’ambito del Dottorato di ricerca, ha rappresentato la prima esperienza di simbiosi sul territorio emiliano – romagnolo, nonché una delle prime azioni strutturate in tale ambito a livello italiano (aldilà delle esperienze descritte all’interno del Capitolo 2).

Il primo passo dell’attività, realizzato nel dicembre 2012, è stato legato al finanziamento (rientrante nell’ambito del Fondo Perequativo 2011-2012) riconosciuto per questa attività ad Aster da parte di Unioncamere Emilia-Romagna, al fine di realizzare un progetto legato al tema della Green Economy.

Come descritto nel Capitolo 1, infatti, questa tematica riscuote grande interesse per le istituzioni della Regione Emilia-Romagna. Il sistema camerale emiliano – romagnolo, confermando tale interesse, intendeva così potenziare il proprio impegno sui temi dello sviluppo sostenibile, valorizzando e dando continuità ad altre azioni realizzate negli anni precedenti.

Il punto di partenza per questa riflessione è stato rappresentato dall’analisi condotta nel contesto del Rapporto GreenItaly 2011 (Unioncamere - Fondazione Symbola, 2011), che ha reso evidente il fatto, già citato all’interno del Capitolo 1, che la Green Economy non rappresenta un settore legato esclusivamente ai comparti tradizionalmente ambientali, ma contraddistingue trasversalmente tutti i settori (anche i più maturi) dell’economia. Questo accade in quanto la Green Economy richiede di efficientare i processi produttivi, migliorandone le performance ambientali, facendo quindi riferimento non solo al precedentemente citato comparto “*core green*”, ma a tutti i comparti.

Un altro aspetto decisivo, nell'impostare la riflessione sulle azioni da intraprendere per diffondere il tema della sostenibilità e della Green Economy in regione, è stato legato agli aspetti occupazionali. Come citato nel Capitolo 1, la Green Economy determina ricadute significative da questo punto di vista: secondo il rapporto GreenItaly 2011, in quell'anno il 38% delle assunzioni programmate dalle imprese era riconducibile ad attività legate alle tematiche della sostenibilità ambientale (Unioncamere - Fondazione Symbola, 2011). Questa percentuale, nel 2015, è addirittura salita al 43,6% (314.000 assunzioni, con una punta del 60% nel settore manifatturiero) (Unioncamere - Fondazione Symbola, 2015).

Il quadro di partenza è stato ulteriormente completato dalla consapevolezza, riscontrata a livello istituzionale, del consolidamento di una nuova fase di sviluppo basata sul concetto della sostenibilità precedentemente definito. In particolare, i due aspetti ritenuti centrali in fase di pianificazione hanno riguardato il contenimento dei consumi energetici e l'utilizzo delle energie rinnovabili, in base agli obiettivi definiti dall'Unione Europea (e tradotti in obiettivi nazionali), che prevedono al 2020 (Commissione Europea, 2010):

- Una riduzione pari almeno al 20% (fino a un massimo del 30%, se le condizioni lo consentiranno) delle emissioni di gas serra, rispetto ai valori del 1990.
- Una riduzione pari almeno al 20% del consumo di energia primaria, rispetto ai valori del 1990.
- Il raggiungimento di un contributo pari almeno al 20% da parte delle fonti energetiche rinnovabili al fabbisogno energetico primario³⁵.

Partendo da questo contesto, l'analisi preliminare ha perciò considerato la Green Economy come una nuova frontiera avanzata per un *made in Italy* ad alto contenuto di innovazione tecnologica: lo studio di fattibilità iniziale del progetto ha inoltre portato a ritenere che al raggiungimento di questo obiettivo potesse concorrere, come leva, anche la diffusione delle reti d'impresa, strumento che si lega metodologicamente e strategicamente alla realizzazione di network di Simbiosi.

Come già accennato nel paragrafo 3 del Capitolo 1, in Emilia-Romagna, dal "Patto per la crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva" promosso dalla Regione e sottoscritto dal sistema camerale a fine 2011 (Regione Emilia-Romagna, 2011), fino alla programmazione

³⁵ Va sottolineato che questo obiettivo, a giugno 2015, sembra il più prossimo a essere raggiunto. La Commissione europea ha infatti pubblicato la relazione sui progressi compiuti, secondo cui l'UE e la grande maggioranza degli Stati membri stanno riportando notevoli progressi. La quota finale di energie rinnovabili nel consumo finale lordo del 2020 è stata pari al 15,3%, tanto da far prevedere che 25 Stati membri raggiungeranno al 2020 i propri obiettivi nazionali 2013/2020 (Commissione Europea, 2015).

di settore, la Green Economy ha perciò costituito un elemento portante delle politiche regionali.

In questo favorevole contesto, l'attività di dottorato sviluppata attraverso il progetto pilota sperimentale "Green – Simbiosi Industriale", ha contribuito alla diffusione della conoscenza e della metodologia all'interno del contesto produttivo e istituzionale.

Dettagliando maggiormente le informazioni citate nel Capitolo 1 e relative al settore green in Regione, emerge che in Emilia-Romagna il settore leader per numero di imprese green è l'agroalimentare (con 743 attori censiti al 2015), ma vi sono eccellenze anche nei settori della mobilità, edilizia, delle energie rinnovabili e dei settori tradizionalmente legati alla tutela ambientale come il riciclo dei rifiuti, la bonifica dei siti o la gestione del verde, come evidenziato in Figura 41 (Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna, 2015).

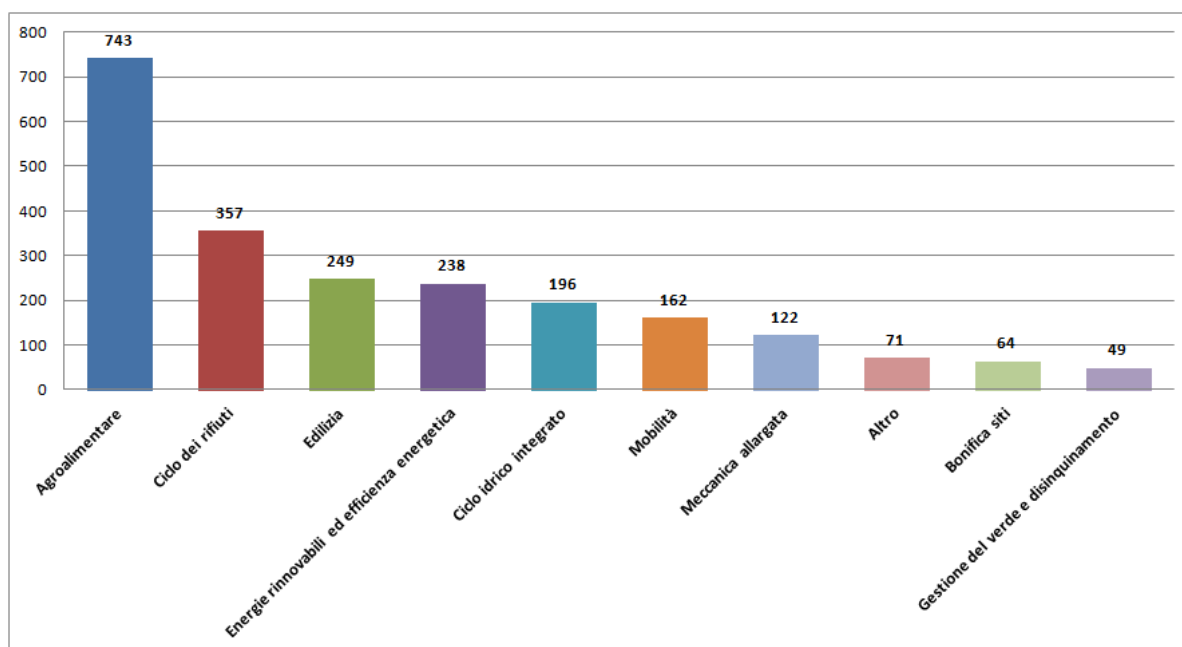


Figura 41: Distribuzione per settore (numero totale) delle imprese green in Emilia-Romagna.
Elaborazione realizzata sulla base dei dati del Rapporto "Imprese e Green Economy"
(Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna, 2015)

Il successo di molte realtà imprenditoriali è stato legato alla loro capacità di riposizionarsi, anche in seguito alla crisi, attraverso la ricerca di nuove tecnologie e prodotti, sapendo intercettare la richiesta di una svolta green proveniente dai mercati. Il crescente interesse nei confronti del tema della sostenibilità da parte degli operatori del settore è reso evidente anche dal variegato contesto delle diversificate manifestazioni fieristiche (ad esempio

Cibus, Sana, Saie, Ecomondo, ecc.), diventate un punto di riferimento anche al di fuori dei confini regionali.

Il sistema camerale emiliano – romagnolo, commissionando questo progetto pilota dedicato al tema della Simbiosi Industriale come strumento per l'applicazione pratica e la diffusione della Green Economy in regione, ha perciò avuto l'obiettivo di contribuire al raggiungimento di questo obiettivo così impegnativo.

Nell'ottica del progetto, quindi, c'era l'obiettivo di sviluppare un'azione ad ampio spettro, incentrata sulle imprese innovative e attente a tematiche quali il riuso e la valorizzazione dei sottoprodotti, l'uso efficiente e razionale dell'energia, il risparmio energetico, lo sviluppo delle fonti rinnovabili, l'uso e la ricerca di nuove tecnologie, la certificazione energetica degli edifici, la certificazione dei processi, lo sviluppo dei servizi di *energy management*, il sostegno alle “agro-energie”, ecc.

Anche sulla base di esperienze maturate in passato nell'ambito del sostegno alla Green Economy, si è deciso di lavorare al fine di stimolare in Emilia-Romagna, attraverso un esempio concreto di chiusura di cicli produttivi, l'efficace applicazione delle norme comunitarie, nazionali e regionali in materia ambientale. Come si vedrà in seguito, questa attività è stata sviluppata coinvolgendo nell'attività pilota anche le associazioni di categoria e gli enti specializzati competenti, diffondendo ulteriormente l'adesione volontaria delle imprese ai sistemi comunitari e a quelli relativi alla responsabilità sociale d'impresa.

Sempre in questa prima fase di pre-progettazione è stato inoltre stabilito che alcune attività del progetto fossero svolte col supporto della Rete Alta Tecnologia (o Rete HTN) coordinata da ASTER, al fine di incentivare l'avvio di percorsi di innovazione (e conseguenti collaborazioni) tra le aziende del territorio e i laboratori che svolgono ricerca industriale in Emilia-Romagna. Questo aspetto è stato ritenuto centrale tenendo conto dell'ottica secondo cui la Green Economy si realizza attraverso l'innovazione dei processi produttivi.

Sulla base di tutte queste premesse, sono stati quindi definiti i seguenti obiettivi generali e strategici del progetto, che, come si potrà notare, sono strettamente interrelati con le tematiche dello Sviluppo Sostenibile, dell'Ecologia Industriale e della Green Economy:

- Definire approcci, procedure e strumentazioni comuni per supportare le imprese a intraprendere percorsi di sostenibilità e diffondere in maniera capillare una cultura

avente attenzione nei confronti dell'ambiente e dell'efficienza d'uso delle risorse, anche nelle modalità di gestione di impresa.

- Stimolare l'adozione di comportamenti socialmente responsabili da parte delle imprese, al fine di garantire uno sviluppo economico compatibile con l'equità sociale e con gli ecosistemi.
- Promuovere comportamenti virtuosi di imprese intenzionate a sviluppare prodotti/servizi attraverso di processi di innovazione responsabile.
- Facilitare l'aggregazione delle piccole imprese, operanti in specifiche filiere produttive, su progetti di interesse comune.
- Creare contesti favorevoli all'adozione da parte delle imprese di modelli di sviluppo sostenibile, creando competenze e mercato per la crescita delle Green Economy e ponendo le basi per una maggiore condivisione di questo modello di sviluppo.
- Individuare potenzialità e criticità dei territori e parallelamente le imprese e le filiere intersettoriali che potrebbero avviare percorsi di sostenibilità con maggiori possibilità di successo.
- Informare, sensibilizzare e supportare le imprese nel cogliere le opportunità legate alla transizione dell'economia verso modelli di sviluppo sostenibile, in grado di innalzarne la competitività migliorando il contenuto innovativo e qualitativo dell'offerta.
- Supportare le filiere di PMI nell'adozione di nuovi paradigmi produttivi, all'insegna della qualità e che perseguano uno sviluppo sostenibile, durevole e più equo.

I destinatari finali del progetto quindi sono stati individuati in:

- Imprese, in primis PMI, localizzate in regione.
- Nuove imprese.
- Aggregazioni di impresa.
- Distretti e filiere, anche intersettoriali.
- Associazioni di categoria.
- Associazioni industriali e artigiane, regionali e provinciali.
- Istituzioni regionali/nazionali.
- Camere di Commercio, Unioni regionali e Aziende Speciali.
- Regione Emilia-Romagna, Rete Alta Tecnologia, Ervet, Università.

Riassumendo queste considerazioni, il macro-obiettivo finale del progetto pilota è stato perciò quello di approcciare e diffondere la “filosofia” circolare della Simbiosi Industriale anche sul territorio emiliano - romagnolo, creando consapevolezza e cercando di stimolare l’evoluzione dei modelli produttivi (obiettivo schematizzato in Figura 42).

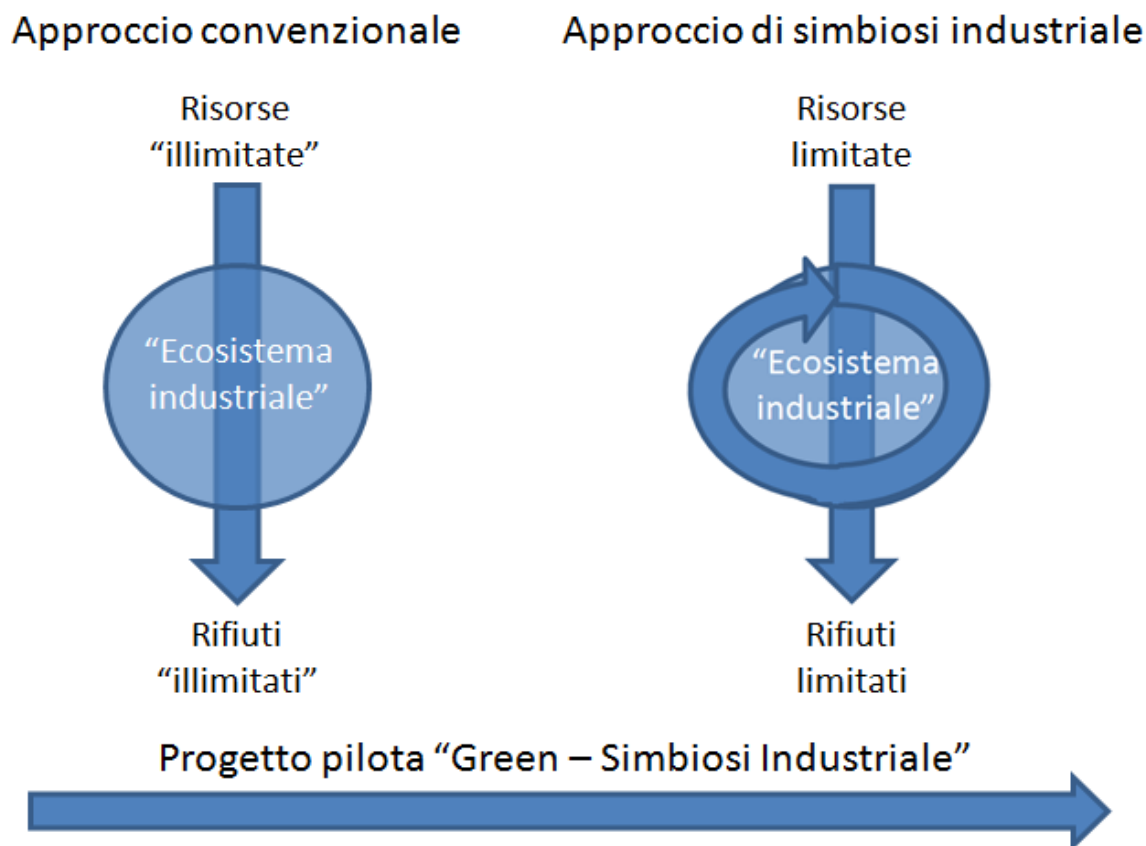


Figura 42: Rappresentazione grafica del macro – obiettivo dell’attività pilota sperimentale realizzata in Emilia-Romagna: evoluzione dell’approccio convenzionale ai processi produttivi e alle filiere, verso un approccio ciclico di Simbiosi Industriale

2. Studio preliminare: individuazione dell'area settoriale di interesse per l'attività pilota e scelta del modello di Simbiosi Industriale da applicare

2.1. Definizione della metodologia di analisi utilizzata per l'individuazione della filiera

L'obiettivo iniziale del progetto pilota, quindi, è consistito nel lavorare al fine di diffondere la "cultura" della Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna, coinvolgendo centri di ricerca, laboratori e industrie di settori tradizionalmente separati, mediante un approccio integrato, finalizzato a promuovere vantaggi competitivi attraverso lo scambio di materia, energia, acqua e/o sottoprodotti.

Non disponendo però delle risorse necessarie per sviluppare un network di simbiosi "completo" (sul modello di quelli realizzati a Kalundborg o nel Regno Unito, descritti nel Capitolo 2 e costituiti da numerosissime imprese afferenti a molti differenti settori produttivi), si è così deciso di focalizzare il progetto su una singola filiera, identificando a priori un numero ridotto (inizialmente stimato tra i 20 e i 30, per ragioni connesse alla semplicità di gestione del processo) di soggetti potenzialmente coinvolgibili.

L'attività preliminare è consistita in uno studio del contesto territoriale, realizzato tra gennaio 2013 e aprile 2013, ed è stato perciò finalizzato a individuare l'ambito industriale all'interno del quale sviluppare il progetto: l'obiettivo era definire un settore che fosse di interesse regionale e che avesse le potenzialità per una successiva –eventuale– diffusione dell'iniziativa su scale dimensionali superiori.

Dopo una prima ipotesi legata allo studio della filiera del recupero e riuso dei materiali provenienti da demolizioni o da *urban mining*³⁶, scartata per via della contrazione del settore immobiliare e delle costruzioni sul territorio dovuta alla crisi (e alla difficoltà incontrata dalle aziende anche solo nella loro attività ordinaria), si è così deciso di condurre il progetto pilota nell'ambito della filiera connessa al trattamento di biomassa

³⁶ Nell'approccio della Comunità Europea, mirato al recupero di materiali, le città (prima ancora dei giacimenti naturali) vengono considerate vere e proprie "miniere urbane" di materie prime, da cui il termine inglese "Urban Mining". Questa strategia per l'approvvigionamento di materie prime, complementare al riciclaggio, si basa sulla stima qualitativa e quantitativa degli stock presenti in un territorio e sui flussi in entrata e in uscita. Il calcolo delle risorse "immobilizzate", per esempio negli edifici (metalli, legno e vetro, cemento), consente di poter stimare le risorse che si renderanno nuovamente disponibili quando queste costruzioni, arrivate al termine della loro vita utile, saranno demolite". Su questa base, uno Stato può elaborare un piano di recupero delle materie prime, in un'ottica di ri-uso e valorizzazione.

derivante da rifiuti e residui agro-industriali, prevalentemente (ma non esclusivamente) indirizzata alla produzione di materiali ad alto valore aggiunto.

Con “materiali ad alto valore aggiunto” si intendono polimeri, biopolimeri, resine, solventi e molecole base (*building blocks*³⁷) per la sintesi di materiali, o composti sostitutivi di materiali e composti interamente derivati da fonte fossile. Attualmente l’uso di biomasse nella produzione di materie plastiche, tensioattivi e composti chimici per i prodotti farmaceutici e per uso alimentare è già un dato di fatto e si basa soprattutto sulla biofermentazione della barbabietola, della canna da zucchero e dell’amido di mais. Altre biomasse, come eccedenze o scarti di altre produzioni agricole o di allevamento, contengono sostanze utili che possono essere biotrasformate da funghi, lieviti e batteri, oppure estratte e purificate.

I campi applicativi, in sostituzione dei materiali tradizionali di origine chimica o petrolchimica sono tantissimi. La ragione della scelta di questa filiera, quindi, è stata legata alle potenzialità, evidenziate dall’analisi condotta preliminarmente, connesse alla creazione di nuove catene del valore che coinvolgano, a monte i produttori di biomasse (aziende agricole, industriali, forestali, alimentari, cartarie, ecc.. produttrici di scarti di produzione costituiti da biomasse) e, a valle, i settori manifatturieri, che possono utilizzare i prodotti della bio-raffineria come materie prime o semi-lavorati, quali ad esempio, il settore alimentare, mangimistico, chimico con particolare attenzione al cosmetico, gomma e plastico farmaceutico.

Lo studio di fattibilità realizzato all’inizio dell’attività pilota sperimentale e riportato di seguito ha perciò consentito di verificare l’esistenza di un favorevole contesto territoriale e imprenditoriale.

La metodologia di analisi è stata la seguente:

- a) Suddivisione della filiera della valorizzazione dei residui agroindustriali in segmenti.
- b) Analisi dei singoli segmenti: analisi e raccolta di dati di letteratura, indagine mediante contatto con attori pubblici e privati.
- c) Valutazione dei parametri di “disponibilità” e “solidità”
- d) Sintesi dei risultati.

³⁷ Si intendono degli intermedi chimici, che possono essere precursori di una gamma vastissima di prodotti ad alto valore aggiunto.

La filiera presa in considerazione, della valorizzazione dei sottoprodotti del settore agro-industriale, è stata così ripartita in tre segmenti principali di analisi:

- 1) Segmento Upstream: è il tratto “a monte” della filiera, costituito dalle imprese del settore agroindustriale che dispongono di sottoprodotti da valorizzare, e relative biomasse. Tipicamente, si tratta di produttori agricoli e imprese di produzione alimentare.
- 2) Segmento di trasformazione: è costituito dalle imprese che dispongono delle tecnologie e delle competenze per trasformare e valorizzare i sottoprodotti in uscita dal tratto upstream.
- 3) Segmento Downstream: è il tratto “a valle” della filiera, costituito dalle imprese in grado di riutilizzare, in ingresso nei loro processi produttivi, le materie prime seconde trasformate nella fase precedente, e i relativi flussi di materiali valorizzati.

I parametri scelti per l’analisi, come riportato in precedenza, sono stati:

- **Disponibilità:** si intende la presenza di attori coinvolgibili nel processo (imprese, centri di ricerca, istituzioni) e di flussi da valorizzare (ad esempio, biomasse residuali).
- **Solidità:** si intende la rilevanza del comparto analizzato, in termini di interesse (sia pubblico che privato), ricadute potenziali, ampiezza.

Lo schema dell’analisi preliminare e dei fattori considerati è riportato in Figura 43.

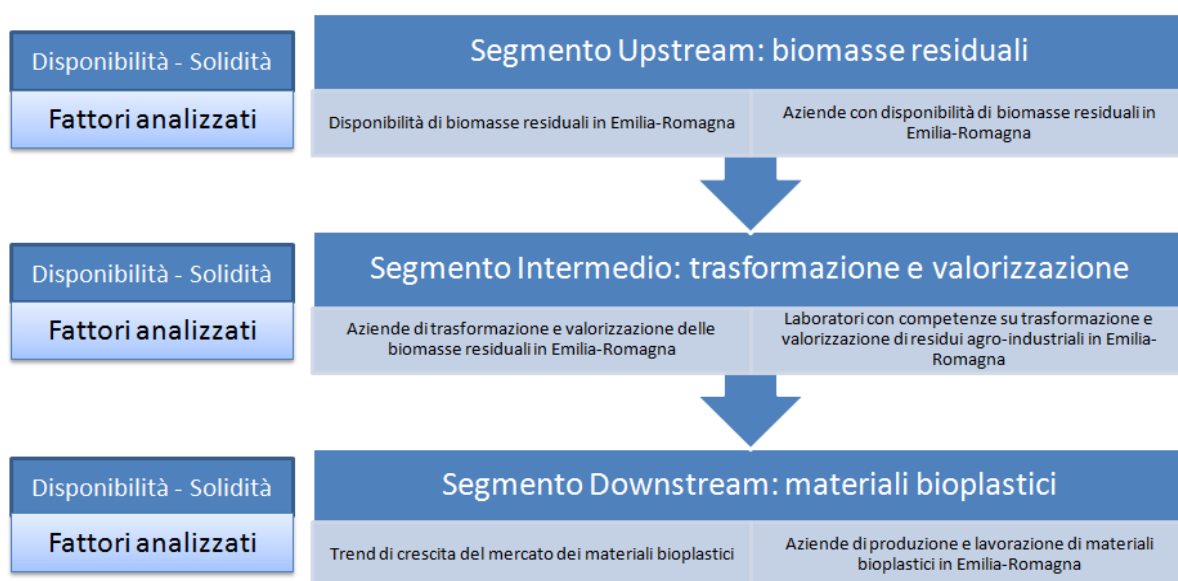


Figura 43: Rappresentazione grafica delle fasi in cui è stata suddivisa l’analisi preliminare, e dei fattori analizzati ai fini della valutazione di “disponibilità” e “solidità” della filiera selezionata per il progetto pilota (valorizzazione di biomasse residuali)

2.2. Analisi del Segmento Upstream: la disponibilità di biomasse residuali in Emilia-Romagna

Lo studio relativo a questo primo tratto di filiera è stato condotto analizzando prima di tutto i dati di letteratura relativi alla disponibilità di biomasse di scarto sul territorio regionale, in maniera tale da verificare l'esistenza di un comparto sufficientemente ampio da cui attingere le risorse da valorizzare.

L'analisi ha preso in considerazione diversi lavori; tra questi si è deciso, per la completezza e l'aggiornamento delle informazioni contenute, di far riferimento al report realizzato dal laboratorio LEAP nel 2011. Considerando questi dati, è stato possibile verificare che in Emilia-Romagna la produzione annua di biomasse di scarto derivanti da residui agro-industriali è stimata essere pari a circa 0,706 [MTon_{ss}/y]³⁸, di cui 0,560 [MTon_{ss}/y] da residui agro-alimentari (frumento duro, frumento tenero, granturco, soia, vite, orzo, buccette di pomodoro in primis), 0,068 [MTon_{ss}/y] da residui industriali (industria del legno in primis) e 0,078 [MTon_{ss}/y] da residui forestali³⁹ (Consorzio LEAP, 2011).

Integrando ulteriormente questa analisi, inoltre, è stato possibile verificare che la disponibilità stimata totale di biomassa residuale in Emilia-Romagna potrebbe ulteriormente incrementarsi fino a un totale pari a 1,275 [MTon_{ss}/y], nel caso in cui si procedesse alla coltivazione delle colture energetiche dedicate (Fiorese, Guariso, Lazzarin, & Razzano, 2007).

Il riepilogo di questi dati di disponibilità complessiva di biomassa è riportato in Figura 44.

³⁸ Tutte le produzioni stimate sono riferite alla sostanza secca. Va sottolineato che “la stima dei residui derivanti dal settore agroalimentare non è una banale operazione ed è importante che sia accompagnata dall'anno a cui si riferiscono i dati. Le tonnellate stimate infatti dipendono fortemente dalla resa specifica dell'annata agraria in esame” (Consorzio LEAP, 2011).

³⁹ Va sottolineato che le stime relative alla disponibilità di biomassa residuale forestale sono molto discordanti, essendo legate a dati di origine diversa (Inventario Nazionale Forestale, Piano Forestale Regionale, dati della Polizia Forestale) e, soprattutto, a stime diverse delle percentuali di utilizzazione raggiungibili sul territorio. Le stime di disponibilità di biomassa forestale in Emilia-Romagna, secondo il Piano Forestale Regionale 2014-2020, infatti, sono decisamente superiori.

Provincia	Biomassa totale (ton ss/anno)	
	Con SRF (HI)	No SRF
Bologna	201.125	87.026
Ferrara	308.122	191.945
Forlì-Cesena	85.587	38.236
Modena	178.349	102.213
Parma	113.587	65.686
Piacenza	146.369	68.914
Ravenna	106.541	68.478
Reggio Emilia	105.723	67.994
Rimini	29.422	15.870
Regione	1.274.825	706.362

Figura 44: Sintesi della disponibilità complessiva annua di biomassa (sostanza secca) suddivisa per provincia, in Emilia-Romagna. Elaborazione realizzata sulla base dei dati presenti nel rapporto “Disponibilità di biomasse da sottoprodotti e residui e da colture energetiche in Emilia-Romagna. Stima della relativa potenzialità energetica” (Consorzio LEAP, 2011)

Solo una parte ridotta di questa importante disponibilità è utilizzata ai fini della produzione energetica, ed è ancora più ridotta la frazione di questo quantitativo di biomassa indirizzata alla produzione di materiali ad alto valore aggiunto.

Inoltre, un aspetto da non sottovalutare è legato al fatto che buona parte di questi scarti agroindustriali costituiscono ancora un costo per le industrie, che si devono accollare le spese di smaltimento, spesso ingenti (Liguori, Amore, & Faraco, 2013).

Va sottolineato che l'analisi è stata condotta sulla disponibilità di residui dell'agro-industria, considerati il punto di partenza per lo sviluppo di una filiera di simbiosi che permettesse di chiudere cicli produttivi, puntando sul riuso dei sottoprodotti e sulla loro valorizzazione, possibilmente mediante trasformazione in bioplastiche e biopolimeri.

Nel corso dell'attività pilota, come descritto più avanti in questo Capitolo (nel paragrafo 5), si noterà che le imprese di questo tipo coinvolte sono state cinque. In Regione, però, il numero di imprese afferenti al settore agro-industriale è, chiaramente, molto maggiore, motivo per cui si è ritenuto che questa filiera potesse risultare di interesse genericamente per tutte le imprese di questo tipo presenti in Emilia-Romagna, che potrebbero essere interessate a valorizzare i propri sottoprodotti.

In particolare, sulla base dei dati Istat e dell'Osservatorio Agro-Alimentare di Unioncamere e della Regione Emilia-Romagna, si può affermare che, sebbene la crisi abbia inciso fortemente sul settore (tra il 2012 e il 2013: riduzione dell'1% del reddito netto e calo della produzione dell'industria manifatturiera –comprensiva del comparto agro-industriale – del 3,4%), questo comparto resta uno dei principali del territorio. Sono complessivamente 46.447 le imprese manifatturiere afferenti al comparto (30.525 artigiane e 15.922 industriali), con circa 47.000 lavoratori impiegati: il peso del comparto emiliano-romagnolo sul totale italiano si assesta attorno al 15% sia per numero di imprese che per numero di addetti (Osservatorio Agro-Alimentare Unioncamere - Regione Emilia-Romagna, 2013). Nel complesso, quindi, si può affermare che anche da un punto di vista della disponibilità di imprese sul territorio, il Segmento Upstream risulta coperto.

Sulla base delle considerazioni di cui sopra, per i parametri di valutazione sono stati definiti i seguenti valori:

- Disponibilità: molto alta
- Solidità: alta.

2.3. Analisi del tratto Segmento Downstream: il mercato della bioeconomia e dei materiali bioplastici

L'analisi di questo tratto di filiera è consistita nel verificare, attraverso i dati di letteratura e il confronto con attori privati e pubblici, l'ampiezza del mercato dei materiali bioplastici, ossia il settore di destinazione delle biomasse residuali opportunamente trasformate e valorizzate in seguito ai processi di simbiosi.

In parallelo alla favorevole situazione descritta nel paragrafo precedente e legata alla grande disponibilità di biomasse residuali in Emilia-Romagna e al loro utilizzo non efficiente (il tratto “a monte” della filiera), infatti, è stato possibile verificare che il mercato

dei materiali bioplastici e bioderivati (l'anello finale dei processi di simbiosi, il tratto “a valle” della filiera, quello dei materiali valorizzati a partire dagli scarti del comparto agroindustriale) sta conoscendo una crescita eccezionale in Europa e nel mondo. I dati più attendibili e aggiornati al riguardo sono quelli della European Bioplastic Association, riportati in Figura 45 e di seguito dettagliati (European Bioplastic Association, 2013).

In particolare, questo settore è ritenuto di estremo interesse proprio per via delle grandi opportunità presenti a monte (quelle citate nel paragrafo precedente, legate in primis filiere agricole su terreni marginali e alla coproduzione di feed per animali) e a valle, grazie alla costante espansione del settore della formulazione e della trasformazione di bioplastiche (Novamont, 2014).

Questi materiali ad alto valore aggiunto hanno infatti un'importanza notevole dal punto di vista industriale ed economico, e il loro sfruttamento rappresenta un passaggio chiave nello sviluppo della Green Economy, basata sullo sfruttamento e sul riciclo di risorse rinnovabili. In particolare, il ramo dell'economia verde associato alla realizzazione di biopolimeri e al mercato delle bioplastiche è rappresentato dalla cosiddetta *Biobased Economy*⁴⁰, intendendo con essa non un semplice segmento di un mercato green più ampio, ma un modo di produzione che incorpora il concetto di limite e affronta il tema della sostenibilità. Si tratta, cioè, di un insieme di strategie per la valorizzazione delle risorse biologiche necessarie a produrre materie prime da cui estrarre alimenti, composti chimici, combustibili.

La necessità di muoversi verso un modello economico di questo tipo, come indicato già nel Capitolo 1, è nota a livello mondiale e, tra gli attori internazionali, è ricercata con insistenza soprattutto dalla Comunità Europea, che al riguardo ha pubblicato numerose comunicazioni e direttive. Al potenziale applicativo delle biotecnologie, infatti, l'Europa associa il già noto modello di crescita intelligente, sostenibile e inclusivo definito in precedenza, basato sull'uso di risorse biologiche rinnovabili, in grado di rilanciare il proprio sistema industriale e creare nuova occupazione.

⁴⁰ Con il termine “Biobased Economy” (in italiano, Bioeconomia) si indica una teoria economica proposta da Nicholas Georgescu-Roegen per un'economia ecologicamente e socialmente sostenibile: qualsiasi processo economico che produce merci e materiali diminuisce la disponibilità di energia nel futuro e quindi la possibilità futura di produzione.

Inoltre, nel processo economico anche la materia si degrada, diminuendo tendenzialmente la possibilità di essere usata in future attività economiche: una volta disperse nell'ambiente le materie prime in precedenza concentrate in giacimenti nel sottosuolo, queste possono essere reimpiegate nel ciclo economico solo in misura molto minore e a prezzo di un alto dispendio di energia. Materia ed energia, quindi, entrano nel processo economico con un grado di entropia relativamente bassa e ne escono con un'entropia più alta. Da ciò deriva la necessità di ripensare radicalmente la scienza economica, rendendola capace di incorporare il principio dell'entropia e in generale i vincoli ecologici.

Lo sviluppo della bioeconomia costituisce quindi per l'UE un obiettivo prioritario delle politiche europee, su cui concentrare risorse e investimenti a sostegno della ricerca, della formazione, della crescita di nuovi mercati, sempre mantenendo centrale il tema della sostenibilità. Tra tutti i documenti prodotti in questo ambito (a partire dalla già citata Strategia Europa 2020), la Comunicazione della Commissione Europea "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe" è forse la più rappresentativa di questa forte volontà (Commissione Europea, 2012).

A queste considerazioni, rappresentative del punto di vista istituzionale, va aggiunto il rilevante interesse manifestato dal settore privato: al 2013 si stimavano investimenti in impianti industriali innovativi già avviati per oltre 500 milioni di euro (su un totale di 1.200 complessivamente previsti), oltre a 200 milioni di euro investiti sempre a livello aziendale per attività di ricerca e sviluppo in questo ambito, con ricadute occupazionali valutate in un milione di nuovi posti di lavoro entro il 2030 lungo tutta la filiera (Novamont, 2014).

Attualmente, i settori legati alla bioeconomia generano (a livello europeo) un fatturato annuo pari a 2.000 miliardi di euro, con oltre 22 milioni di persone impiegate, che rappresentano il 9% dell'occupazione complessiva dell'UE. In Italia, il fatturato associato ai settori della bioeconomia è stimato in circa 240 miliardi di euro (7,6% del valore totale della produzione nazionale), con 1,5 milioni di occupati (il 6,9% del totale). Il valore dell'export italiano generato dai settori appartenenti alla bioeconomia ammonta a circa 44 miliardi di euro, pari quasi al 12% dell'export totale (CitiwiseNet, 2015).

Viene stimato che per ogni euro investito in ricerca e innovazione nella bioeconomia, con adeguate politiche di sostegno a livello nazionale ed europeo, la ricaduta in valore aggiunto nei settori del comparto biobased sarà pari a dieci euro entro il 2025, con un mercato globale stimato pari a circa 200 miliardi di euro entro il 2020 (Novamont, 2014).

Tra i vari settori della bioeconomia, l'analisi si è concentrata su quello delle bioplastiche, di particolare interesse per l'attività pilota sperimentale di simbiosi. Questo sta crescendo in misura significativa: attualmente la produzione mondiale si assesta a 1,67 [Mton/y] (inferiore all'1% del mercato mondiale delle plastiche⁴¹), ma le stime prevedono un incremento del 300% della richiesta (e, conseguentemente, della capacità produttiva) di

⁴¹ Nel 2014 la produzione mondiale di plastica è stata stimata essere pari a 311 [Mton/y], in crescita continua. Di questo totale, 59 [Mton/y] sono prodotte in Europa (PlasticsEurope - Association of plastics Manufacturers, 2015).

questi materiali nel periodo compreso tra il 2014 e il 2018 (European Bioplastic Association, 2013).

Questi dati sono stati schematizzati e rappresentati in Figura 45.

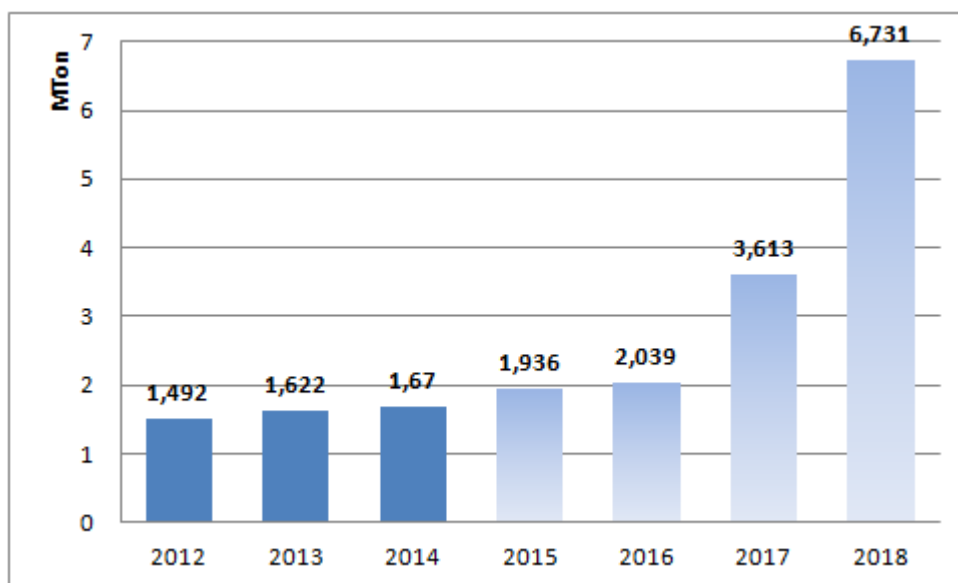


Figura 45: Previsione dell'andamento della produzione globale annua dei materiali bioplastici, in MTon, dal 2012 al 2018. Elaborazione realizzata sulla base dei dati contenuti all'interno del report "Bioplastics: facts and figures" (European Bioplastic Association, 2013)

In Italia, secondo mercato europeo⁴² per la plastica, con una richiesta annua pari a circa 7 [Mton/y] (PlasticsEurope - Association of plastics Manufacturers, 2015), si stima per le bioplastiche un volume di mercato intorno alle 300.000 [ton/y]. Se il settore dovesse continuare a crescere con il trend previsto, le ricadute occupazionali si potrebbero stimare in 15.000 – 21.000 nuovi posti di lavoro entro il 2020, ripartiti lungo tutta la filiera (25% nel settore agricolo e nelle attività correlate, 20% nel settore della produzione di *building blocks*, bioplastiche e *biochemicals*, 5% in ricerca e sviluppo nel settore delle bioplastiche, 15% nell'industria di trasformazione e 35% in nuovi impianti di compostaggio e digestione anaerobica) (Novamont, 2014).

Il settore scelto, quindi, è di interesse sia dal punto di vista occupazionale e di mercato; a questo va poi aggiunta l'opportunità rappresentata dal fatto che il nostro Paese è già oggi impegnato in progetti di riconversione di siti industriali in crisi in bioraffinerie per la produzione di bioprodotto e *biochemicals* da fonti rinnovabili, con ricadute positive dal lato

⁴² Il primo mercato europeo è la Germania, con una richiesta annua di oltre 11 [Mton/y] (PlasticsEurope - Association of plastics Manufacturers, 2015).

occupazionale, ambientale, di redditività dei prodotti e di integrazione con i prodotti della chimica da petrolio per una loro maggiore specializzazione e competitività.

Il dato relativo alla crescita complessiva di questo mercato è stato confermato anche dalle ricerche condotte nell'ambito del progetto europeo "Plastice"⁴³: l'analisi dello stato dell'arte a livello europeo ha consentito di verificare che le tecnologie finalizzate alla messa in produzione su scala industriale di bioplastiche sono già disponibili (Progetto Plastice, 2012). Diverse bioraffinerie sono in costruzione o già in funzione, come – ad esempio – quelle di proprietà di Novamont, azienda italiana operante nel settore delle bioplastiche (Novamont, 2014). Il progetto "Plastice" ha introdotto l'ipotesi di valutare l'opportunità di realizzare nuove bioraffinerie anche sul territorio emiliano – romagnolo, confermando quindi il trend di crescita di questo mercato e la fertilità del comparto industriale regionale.

Chiaramente, questa stima di una capacità produttiva in crescita (e quindi di un ampliamento del bacino di attori che, nella filiera delle bioplastiche, si trovano a monte) è legato alla stima di una richiesta (da parte degli utilizzatori di questi prodotti finali) anch'essa in aumento, con un interesse sempre crescente da parte di nuove imprese che si vogliono avvicinare al settore, e all'interesse sia pubblico che privato per la riconversione del settore chimico convenzionale verso questa promettente direzione di mercato (Regione Emilia-Romagna - ERVET, 2015). Le biotecnologie industriali per la produzione di chemicals, del resto, appaiono certamente attrattive data la loro intrinseca sostenibilità.

Sulla base delle considerazioni di cui sopra, per i parametri di valutazione sono stati definiti i seguenti valori:

- Disponibilità: media (in crescita)
- Solidità: alta (in crescita).

2.4. Analisi del Segmento Intermedio: le imprese di trasformazione e i laboratori di ricerca industriale dell'Emilia-Romagna

Successivamente all'analisi delle condizioni al contorno relative al percorso di valorizzazione nei segmenti "a monte" (la disponibilità di biomasse residuali in Emilia-Romagna) e "a valle" (la crescita del mercato dei materiali ad alto valore aggiunto, in

⁴³ Maggiori informazioni sul progetto si possono reperire dal sito: www.plastice.org.

particolar modo bioplastiche e biopolimeri) della filiera considerata, il passo successivo dell'analisi preliminare è consistito nello studiare lo “stato dell'arte” del segmento intermedio della filiera, costituito dalle imprese operanti nel settore delle tecnologie per lo sfruttamento, la valorizzazione (non solo energetica, per quanto premesso tra gli obiettivi del progetto) e la trasformazione delle biomasse.

Lo studio dei dati relativi al settore ha consentito di individuare in Emilia-Romagna un favorevole ecosistema di imprese di trasformazione, all'interno di un contesto italiano delle imprese di trasformazione e di produzione di biopolimeri attualmente in forte crescita (Ferrari, 2013).

L'analisi degli elementi di contesto che concorrono favorevolmente alla costituzione della filiera della valorizzazione dei residui agro-industriali non si è limitata al substrato delle aziende del territorio. La Simbiosi Industriale (intesa in senso lato, come l'insieme dei processi di valorizzazione di sottoprodotti e di trasformazione in materie prime-seconde), infatti, è un processo innovativo e non strutturato, che richiede competenze di frontiera su più aspetti tematici, al fine di supportare le imprese coinvolte nell'ottica di individuare e realizzare soluzioni innovative.

Per questo motivo, così come sono state identificate, in questo studio preliminare, le realtà industriali a monte e a valle della filiera presa in considerazione, analogamente sono stati cercati i “facilitatori” del processo presenti sul territorio e coinvolgibili nell'azione.

Del resto, il modello produttivo dell'Emilia-Romagna fonda la propria competitività su un sistema di imprese capace di fare rete anche a livello intrasettoriale, in stretta collaborazione con le strutture per la ricerca e per l'innovazione. Questa capacità di collaborazione tra imprese e ricerca è confermata dai risultati del primo Programma Regionale per la Ricerca Industriale, l'Innovazione e il Trasferimento Tecnologico (PRRIITT, triennio 2004-2006): 529 progetti presentati con 557 imprese coinvolte (di cui il 72% PMI), 361 nuovi brevetti industriali, 750 contratti di collaborazione tra imprese e centri di ricerca e 890 nuove assunzioni in R&S nelle imprese (Unioncamere Emilia-Romagna, 2012).

In ragione di queste considerazioni, si è perciò deciso di replicare questo modello collaborativo anche nel progetto pilota, lavorando per identificare i soggetti con le competenze più focalizzate sulle tematiche legate alla Simbiosi Industriale e alla trasformazione e valorizzazione dei residui agroindustriali.

Questa analisi è stata fatta a partire dal rilevante bacino di competenze tecnologiche e di ricerca presente sul territorio: l'Emilia-Romagna, infatti, è la quarta regione per spesa in Ricerca e Sviluppo in Italia e, a conferma della forte propensione all'innovazione e alla ricerca del sistema produttivo regionale, sul totale della spesa in questo campo il 60,8% nasce da iniziative del settore privato (50,4% in Italia).

Inoltre, il Sistema della Ricerca dell'Emilia-Romagna assorbe il 5,9% delle risorse nazionali dedicate alla ricerca, ma produce il 15% degli output di ricerca del Paese (Unioncamere Emilia-Romagna, 2012). Le istituzioni pubbliche per la ricerca contano oltre 8.000 ricercatori impiegati; presso CNR ed ENEA operano 2000 ricercatori, mentre sono 23.000 i ricercatori complessivi in regione, di cui 13.000 nelle imprese.

In regione, infine, sono presenti 6 università dislocate su tutto il territorio regionale che contano oltre 123mila studenti di cui 52.000 in materie tecnico scientifiche: a Bologna, Ferrara, Modena e Reggio Emilia, Parma, Piacenza (Politecnico di Milano e Università Cattolica del Sacro Cuore). Inoltre, molti Centri di Ricerca nazionali operano sul territorio (tra questi il CNR, l'ENEA, l'INFN, l'INGV, ecc.).

All'interno di questo vasto ambito, nel corso dello studio preliminare degli attori da coinvolgere nel processo, si è deciso di fare riferimento ai laboratori con le competenze più attinenti alla filiera considerata e afferenti alla Rete Alta Tecnologia della regione e ai Tecnopoli⁴⁴, in virtù della loro vocazione alla ricerca industriale.

La Rete è nata nell'ambito delle strategie di sviluppo e promozione dell'innovazione che la Regione Emilia-Romagna ha attivato dal 2002, volte a rafforzare i processi di cambiamento del sistema produttivo locale: si tratta delle azioni di sostegno promosse grazie al Programma Regionale per la Ricerca Industriale, l'Innovazione e il Trasferimento Tecnologico (PRRIITT).

Questo network è costituito da laboratori con prevalente presenza del sistema della ricerca pubblica precedentemente citata (Università e Enti di ricerca) che hanno competenze, strumenti e risorse umane qualificate in grado di lavorare in sintonia con le esigenze delle imprese, offrendo competenze, strumentazioni e risorse al sistema produttivo.

⁴⁴ L'elenco di tutti i laboratori appartenenti alla Rete Alta Tecnologia è disponibile a questo indirizzo: www.aster.it/tiki-index.php?page=CatalogoHome

La Rete Alta Tecnologia è organizzata in Piattaforme Tematiche, nate per garantire un'offerta di ricerca in grado di rispondere alle richieste di innovazione e aumentare la competitività delle imprese.

Avvicinando domanda e offerta di ricerca industriale, le piattaforme assicurano che la conoscenza generata dalla ricerca sia convertita prima in tecnologie e processi, quindi in prodotti e servizi commercializzabili per le imprese; queste piattaforme sono perciò strutturate in un modello organizzativo in grado di avvicinare le imprese alle competenze di ricerca della Rete, promuovendo la competitività del tessuto produttivo regionale basato sull'innovazione.

A oggi sono 6 le piattaforme definite per esprimere l'offerta di ricerca dell'Emilia-Romagna: Agroalimentare, Costruzioni, Energia Ambiente, ICT e Design, Meccanica Materiali, Scienze della vita.

Il coordinamento della Rete e delle piattaforme è affidato ad ASTER.

In ragione della filiera di valorizzazione scelta e delle competenze richieste, le piattaforme coinvolte nel progetto sono state due: Agroalimentare ed Energia Ambiente. Questa fase di analisi preliminare è quindi consistita anche nella verifica della presenza sul territorio dei laboratori (afferenti a queste piattaforme) in possesso delle competenze necessarie per contribuire alla realizzazione delle attività, e nella loro individuazione ai fini delle successive fasi.

Sulla base delle considerazioni di cui sopra, per i parametri di valutazione sono stati definiti i seguenti valori:

- Disponibilità: ridotta (imprese), alta (centri di ricerca)
- Solidità: medio-alta.

2.5. Analisi SWOT della filiera individuata

La prima parte dell'attività sperimentale di simbiosi, quindi, è consistita nell'individuare la filiera attorno a cui costruire il modello di chiusura dei cicli produttivi.

Come riportato nei paragrafi precedenti, la scelta è ricaduta sulla filiera della valorizzazione dei residui agroindustriali, dopo un'analisi approfondita condotta sui tre segmenti in cui la filiera stessa è stata spaccettata: Segmento Upstream (biomasse

residuali e realtà industriali con disponibilità di questi residui), Segmento Intermedio (connesso al processo di valorizzazione dei sottoprodotti, e composto in primis dai laboratori di ricerca industriale in possesso delle competenze e delle tecnologie), Segmento Downstream (materiali ad alto valore aggiunto, biopolimeri e bioplastiche in genere, e realtà industriali operanti in questo settore). Per ognuno dei segmenti sono stati analizzati due fattori, “disponibilità” e “solidità”, per ciascuno dei quali è stato assegnato un valore su ogni segmento, come da Figura 46.

Parametro Segmento	Disponibilità	Solidità
Upstream	Molto alta	Alta
Intermedio	Ridotta (imprese) Alta (centri di ricerca)	Medio-alta
Downstream	Media	Alta

Figura 46: Riepilogo dei valori qualitativi associati ai parametri “Disponibilità” e “Solidità”, utilizzati per la valutazione dei segmenti della filiera di valorizzazione dei sottoprodotti agroindustriali

Lo studio della filiera connessa alla valorizzazione dei sottoprodotti agroindustriali ha perciò individuato un contesto favorevole allo sviluppo dell’attività pilota di chiusura dei cicli produttivi attraverso l’applicazione di un modello di Simbiosi Industriale.

Per approfondire maggiormente la scelta, si è proceduto anche a realizzare un’analisi SWOT⁴⁵ di filiera e di processo, così da definire gli aspetti chiave: come si vedrà, alcuni

⁴⁵ L’analisi SWOT (conosciuta anche come matrice SWOT) è uno strumento di pianificazione strategica usato per valutare i punti di forza (*Strengths*), debolezza (*Weaknesses*), le opportunità (*Opportunities*) e le minacce (*Threats*) di un progetto, un’idea, un’attività.

Il perimetro può essere quello di un’impresa, ma non solo: la SWOT analysis si può applicare in ogni altra situazione in cui un’organizzazione o un individuo debbano prendere una decisione per il raggiungimento di un obiettivo.

L’analisi coinvolge sia l’ambiente interno (ossia il perimetro interno, analizzando punti di forza e debolezza) che l’ambiente esterno (il perimetro esterno, analizzando minacce e opportunità) del progetto, dell’idea, dell’attività. Questa tecnica è attribuita a Albert Humphrey, che introdusse questo modello all’Università di Stanford a cavallo dei decenni ‘60 e ‘70.

degli aspetti individuati (soprattutto quelli critici) si sono poi confermati tali al termine dell'attività sperimentale. L'analisi SWOT è riportata di seguito.

Punti di forza (di origine interna, utili ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- Il comparto agroindustriale è uno dei più importanti (numericamente ed economicamente) e innovativi dell'Emilia-Romagna, con la presenza di realtà industriali di eccellenza.
- A esso è associata una rilevante disponibilità di biomasse residuali, attualmente non utilizzata in maniera sistematica.
- Il settore legato alla valorizzazione delle biomasse per la produzione di materiali ad alto valore aggiunto (biopolimeri, *building blocks*, bioplastiche in genere) è in forte crescita a livello europeo, stimolato anche dall'interesse delle istituzioni e dalle raccomandazioni comunitarie.
- In Regione ci sono importanti competenze di natura tecnico-scientifica su tutti i temi toccati dall'attività: Green Economy, Economia Circolare, Simbiosi Industriale, valorizzazione di sottoprodotti e residui, trasformazione di biomasse in biopolimeri.

Punti di debolezza (di origine interna, pericolosi ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- Il tema della Simbiosi Industriale è nuovo e complesso da comunicare, sia alle istituzioni locali che, soprattutto, alle imprese che devono essere coinvolte.
- I cicli produttivi cui si fa riferimento sono complessi da analizzare e quindi da trattare con le modalità di chiusura tipiche della simbiosi.
- Sono stati coinvolti centri di ricerca e laboratori in possesso di tecnologie o competenze utili ai fini della valorizzazione dei sottoprodotti e della trasformazione delle biomasse residuali in biopolimeri. Non tutte queste tecnologie o competenze, però, sono disponibili per un'applicazione pratica non di laboratorio, e solo poche hanno una maturità tale da poter essere commercializzate.
- Gli attori coinvolti nel processo, in primis quelli industriali (indicati nel paragrafo 3) rappresentano probabilmente un'eccellenza del territorio, quindi l'attività potrebbe non essere rappresentativa del contesto globale. In un'ottica di eventuale espansione dell'attività, bisogna considerare che molte imprese non avranno le capacità o la lungimiranza di quelle coinvolte in questa prima fase.

Opportunità (di origine esterna, utili ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- La Simbiosi Industriale, l'Economia Circolare e la Bioeconomia sono tutti temi centrali per le attuali (e future) politiche di sviluppo comunitarie e nazionali. Sono stati recepiti fortemente anche a livello regionale.
- Le nuove politiche regionali sull'Economia Circolare potrebbero consentire ulteriori sviluppi di questa attività pilota.
- Il Governo Italiano ha avviato una politica economica volta a fare dell'innovazione la chiave della competitività dello sviluppo industriale.
- L'Emilia-Romagna è dotata di tutti gli attori e delle risorse necessarie per sviluppare un modello diffuso di Simbiosi Industriale.
- L'attività pilota può diventare un modello esportabile, passando da pilota a full scale, creando opportunità di crescita e posizionamento all'interno del sistema emiliano-romagnolo, di frontiera tecnologica e di capacità gestionale imprenditoriale innovativa.

Minacce (di origine esterna, pericolose ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- Occorre una fase di disseminazione e comunicazione in cui si spiega agli interlocutori quali possono essere le reali potenzialità del progetto: comunicazione e networking verso imprese, stakeholders, istituzioni. Altrimenti la scarsa comunicazione può portare questa attività sperimentale a restare un'attività "spot".
- Il proliferare non coordinato di attività varie in tema di sviluppo della Green Economy e valorizzazione dei sottoprodotti può creare confusione negli interlocutori coinvolti e mancanza di autorevolezza in assenza di commitment.
- Ci sono ostacoli normativi e culturali: bisogna sviluppare una cultura della collaborazione e condivisione tra imprese, generalmente diffidenti le une nei confronti delle altre. Inoltre bisogna stimolare la strutturazione di un quadro normativo chiaro in materia di valorizzazione dei sottoprodotti, residui e rifiuti, altrimenti la confusione e la paura da parte delle imprese di incorrere in sanzioni possono fungere da deterrente alla partecipazione in un'attività di questo tipo.

Questa analisi è stata schematizzata e sintetizzata in Figura 47 (dove, per ragioni di spazio, alcuni dei punti sopra elencati non sono stati riportati).

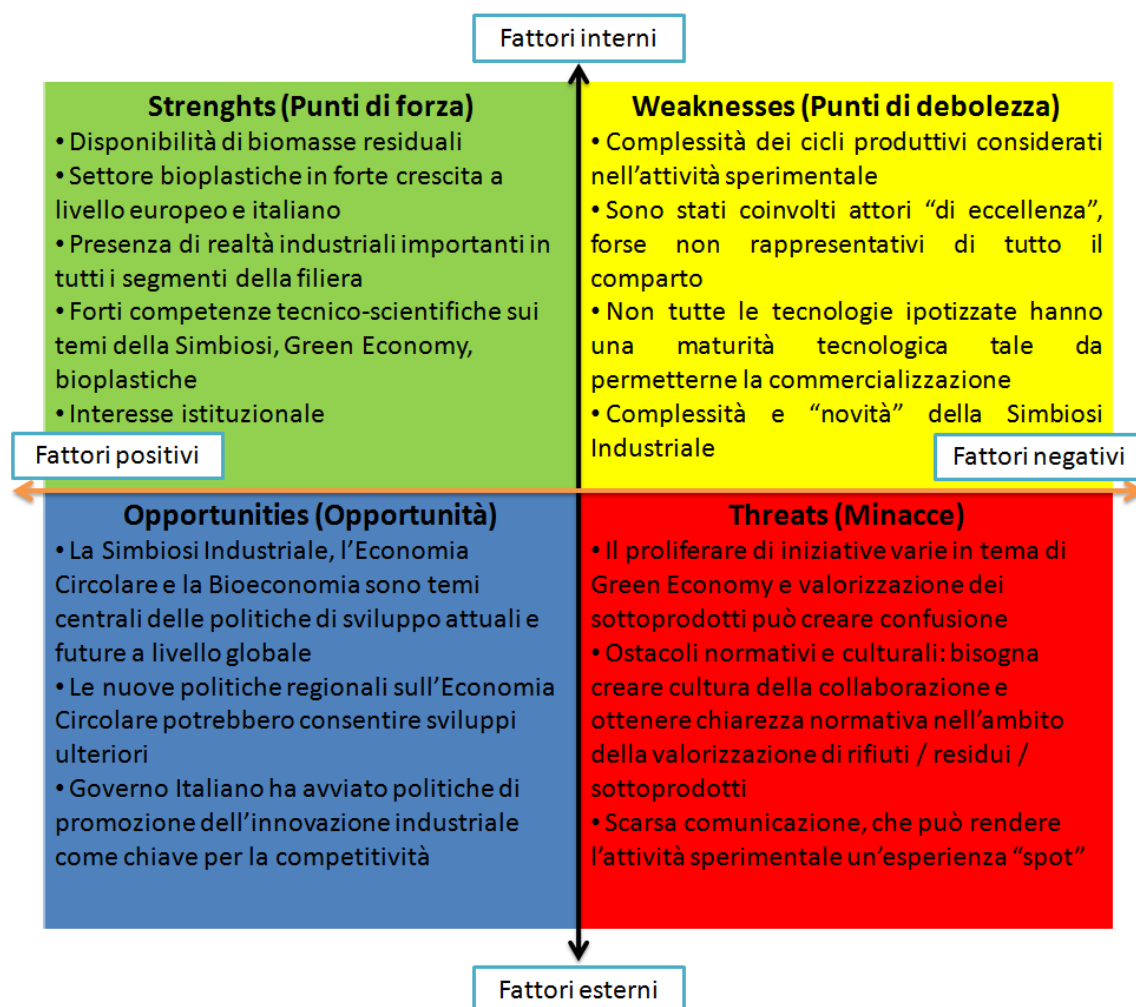


Figura 47: Riepilogo grafico dell'analisi SWOT relativa alla filiera della valorizzazione dei sottoprodotti agroindustriali e al progetto di chiusura dei cicli produttivi a essi connessi, realizzata nel corso della fase preliminare di impostazione dell'attività pilota

2.6. Analisi e scelta del modello di Simbiosi Industriale da applicare al caso pilota: "Rete di Simbiosi Industriale"

Una volta analizzata e scelta la filiera attorno a cui costruire l'attività pilota, il passaggio successivo di questo studio preliminare è consistito nell'individuare il modello di Simbiosi Industriale, tra quelli precedentemente studiati e classificati (cfr. Capitolo 2), più adatto per essere applicato al contesto territoriale.

Tra le differenti tipologie si è scelto di replicare (su scala pilota, chiaramente) il modello di "Rete per la Simbiosi Industriale", sulla tipologia di quello realizzato dal NISP in Gran Bretagna. La scelta, schematizzata in Figura 48, è stata dovuta ai seguenti fattori:

- Indirizzo "top-down" dell'azione: l'attività pilota, infatti, è partita dal soggetto che poi sarebbe stato il gestore e organizzatore del modello, venendo calata "dall'alto"

sulle imprese coinvolte (e sui laboratori). Questo, chiaramente, ha comportato l'esclusione di modelli di simbiosi caratterizzati da un'impostazione "bottom-up" (sullo stile della rete di Kalundborg).

- Priorità alla chiusura dei cicli produttivi: l'obiettivo principale, come definito quando è stata descritta la metodologia che ha portato alla scelta della filiera della valorizzazione dei sottoprodotti di origine agro-industriale, è stato legato in primis alla possibilità di valorizzarli, chiudendo i relativi cicli produttivi in un'ottica di Economia Circolare. L'obiettivo principale, quindi, non è stato legato a ragioni di natura geografica e di distanza (come nel caso dei Parchi Eco-Industriali) o di semplificazione delle procedure normative connesse alla gestione dei residui e dei rifiuti (come nel caso delle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate)
- Utilizzo di modelli per la raccolta dei dati: sempre nell'ottica di semplificare l'azione sperimentale pilota, si è deciso di utilizzare dei modelli di raccolta dati (relativi ai flussi di sottoprodotti ed energia da valorizzare), in analogia con il software utilizzato da International Synergies nell'esperienza del NISP.

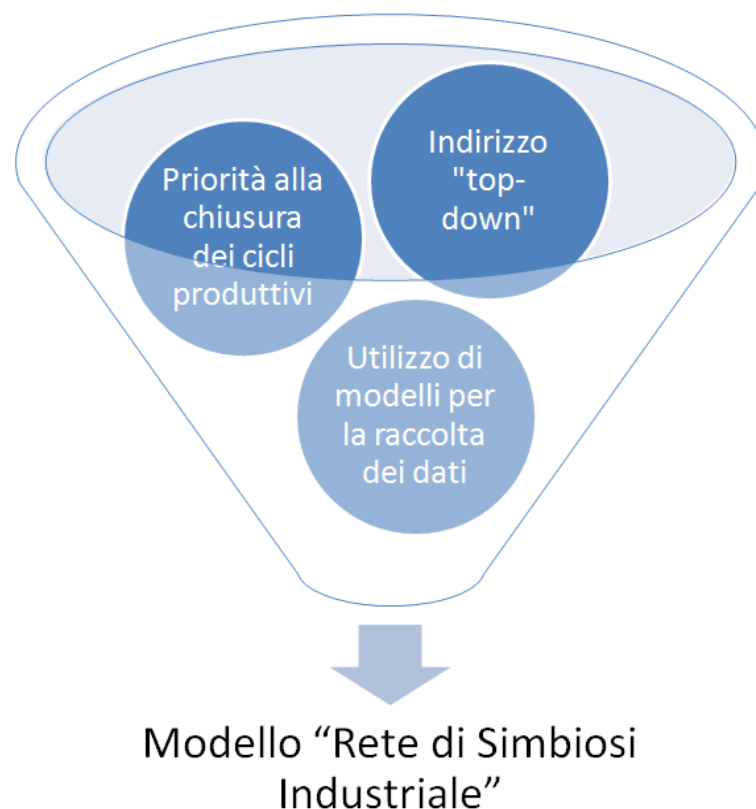


Figura 48: schematizzazione grafica del processo e dei fattori che hanno portato alla scelta del modello a "Rete di Simbiosi Industriale" per l'applicazione pilota sperimentale realizzata in Emilia-Romagna

3. I partecipanti coinvolti nell'attività pilota sperimentale di Simbiosi Industriale e la segmentazione della filiera

Il passo successivo allo studio della filiera attorno a cui applicare il modello di chiusura dei cicli produttivi mediante Simbiosi Industriale (filiera della valorizzazione dei residui agroindustriali), il passo successivo dell'attività sperimentale è consistito nel contattare e coinvolgere le aziende e i laboratori con le caratteristiche rispondenti alle esigenze di progetto (già individuati nella fase precedente).

Le aziende sono state selezionate, in base al core business e alla conoscenza del settore produttivo, a partire dal bacino di imprese con cui Aster e Unioncamere Emilia-Romagna sono, per ragioni connesse alla loro attività istituzionale, in contatto. I laboratori sono stati invece selezionati, come specificato nel paragrafo 3, all'interno del bacino rappresentato dalla Rete Alta Tecnologia.

Quasi tutti i soggetti contattati hanno manifestato interesse a partecipare e sono conseguentemente stati coinvolti nel progetto; l'elenco dei partecipanti è riportato di seguito, con una ripartizione per tipologia.

- **Segmento Upstream: aziende con disponibilità di biomassa residuale e sottoprodotti da valorizzare**

Il primo gruppo di aziende coinvolte nel progetto, denominato "upstream", è composto da quelle a monte della filiera presa in considerazione, in possesso del bacino di "risorse prime seconde" da valorizzare.

Le imprese identificate, contattate e che si sono rese disponibili a prendere parte alle attività operano prevalentemente nei settori agro-alimentare e ambientale, e producono (o posseggono) flussi di sottoprodotti da ritrattare e valorizzare.

L'elenco delle aziende upstream che hanno partecipato al progetto è riportato in Figura 49.

Azienda	Città (Provincia)
A.R.P. (Agricoltori Riuniti Piacentini) Soc. Agr. Coop.	Podenzano (PC)
Barilla G. e R. F.Ili S.p.A.	Parma (PR)
Conserve Italia Soc. Agr. Coop.	Castenaso (BO)
COOP Formula Ambiente Soc. Coop	Forlì (FC)
OPOE Cons. Coop. Agr. P.A.	Dodici Morelli di Cento (FE)

Figura 49: Elenco delle imprese afferenti al Segmento Upstream partecipanti all'attività sperimentale pilota

- **Segmento Intermedio (1): aziende di trasformazione**

Il secondo gruppo di aziende coinvolte nel progetto è costituito dalle imprese che rappresentano il tratto intermedio della filiera considerata. Sono cioè le realtà dotate delle tecnologie per realizzare la (eventuale) trasformazione e la valorizzazione dei sottoprodotti in uscita dal bacino di aziende afferenti al Segmento Upstream, destinati al riuso all'interno delle aziende che si trovano a valle della filiera.

L'elenco delle aziende di trasformazione che hanno partecipato al progetto è riportato in Figura 50.

Azienda	Città (Provincia)
Biosphere S.r.l.	Bertinoro (FC)
BTS Biotes Sys S.r.l.	Bologna (BO)

Figura 50: Elenco delle imprese di trasformazione partecipanti all'attività sperimentale pilota

- **Segmento Intermedio (2): laboratori e centri di ricerca**

Oltre alle realtà imprenditoriali, come detto in precedenza, nel progetto sono stati coinvolti anche i laboratori e centri di ricerca della Rete HTN dell'Emilia-Romagna in possesso di competenze o tecnologie afferenti alle tematiche affrontate nel corso dell'attività sperimentale.

Sono così stati selezionate e invitate a partecipare quelle realtà che hanno accumulato esperienze di ricerca su tematiche quali: i processi di Simbiosi Industriale, l'Economia Circolare, l'applicazione di analisi LCA, processi di riuso e valorizzazione di sottoprodotti, valorizzazione di biomasse residuali e produzione di biopolimeri.

L'elenco dei laboratori e dei centri di ricerca che hanno partecipato al progetto è riportato in Figura 51.

Laboratorio	Piattaforma Rete HTN
Biogest Siteia	Piattaforma Agroalimentare
Cipack	Piattaforma Agroalimentare
CIRI Agroalimentare	Piattaforma Agroalimentare
CIRI Energia Ambiente	Piattaforma Energia Ambiente
CIRI Meccanica e Materiali	Piattaforma Meccanica e Materiali
CRPA	Piattaforma Agroalimentare Piattaforma Energia Ambiente
LEAP – Consorzio Mat-ER	Piattaforma Energia Ambiente
Siteia.Parma	Piattaforma Agroalimentare

Figura 51: Elenco dei laboratori e dei centri di ricerca della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna partecipanti all'attività sperimentale pilota

- **Segmento downstream: aziende per il riuso e la valorizzazione dei sottoprodotti, settore delle bioplastiche e biopolimeri**

Il terzo gruppo di aziende, denominato “downstream”, è costituito dalle realtà imprenditoriali che possono utilizzare i flussi di materie prime - seconde e sottoprodotti in uscita dal bacino di imprese upstream (eventualmente valorizzati). Queste imprese operano nell'ambito della produzione e trasformazione di materiali bioplastici o nell'ambito degli impianti industriali per la valorizzazione delle biomasse di scarto. L'elenco delle aziende afferenti al Segmento Downstream che hanno partecipato al progetto è riportato in Figura 52.

Azienda	Città (Provincia)
C.G.M. S.p.A.	Correggio (RE)
Coopbox Group S.p.a.	Reggio Emilia (RE)
Irci S.p.A.	Pietracuta di San Leo (RN)
Schmack Biogas S.r.l.	Bolzano (BZ)
Softer S.p.A.	Forlì (FC)

Figura 52: Elenco imprese afferenti al Segmento Downstream partecipanti all'attività sperimentale pilota

- **Collaborazione tecnica per la chiusura dei processi produttivi**

Al fine di sviluppare al meglio questa attività sperimentale pilota, assolutamente innovativa per il territorio regionale e non solo, è stato chiesto all'Unità Tecnica

Tecnologie Ambientali dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA UTTAMB) di collaborare, prendendo parte all'attività, nella fase di gestione e coordinamento tecnico. Questo laboratorio, infatti, rappresenta il punto di riferimento italiano in materia di Simbiosi Industriale ed ha ideato e gestito il primo progetto di simbiosi realizzato in Italia, denominato "Ecoinnovazione Sicilia" e finalizzato alla realizzazione di una piattaforma di simbiosi sul territorio dell'isola (ENEA, 2011)⁴⁶.

- **Enti e Istituzioni**

Il progetto è stato finalizzato, in primis, a sensibilizzare il territorio emiliano - romagnolo rispetto alle possibilità fornite dalla diffusione di approcci di Simbiosi Industriale ed Economia Circolare all'interno delle consuete filiere produttive. Al fine di coinvolgere in questo processo anche le istituzioni (fondamentali anche per il loro ruolo di "normatori", in grado di influenzare il quadro dei regolamenti in materia di riuso, riciclo e valorizzazione dei sottoprodotti), è perciò stato chiesto di partecipare alla sperimentazione pilota a due enti che hanno svolto attività e progetti nell'ambito della Green Economy e della Circular Economy.

La Provincia di Rimini, in particolare, ha avviato nel 2007 il progetto "Comunità di Supporto Agricolo" (CSA)⁴⁷ (AUSER Rimini, 2014), mentre Ervet redige annualmente il rapporto sulla Green Economy in Emilia-Romagna e gestisce l'Osservatorio Green-ER⁴⁸, che mantiene il database di riferimento delle realtà

⁴⁶ Il Progetto, già descritto nel Capitolo 2 per la sola parte relativa alla Simbiosi Industriale, persegue nel suo complesso i seguenti obiettivi strategici complessivi (ENEA, 2011):

- favorire la ecosostenibilità di alcuni settori produttivi significativi della Regione, ed in particolare il settore dei rifiuti RAEE e plastiche ed il settore del turismo nelle isole minori;
- stimolare strategie di impresa ecocompatibili e favorirne la competitività, in particolare nei settori dei RAEE e della plastica e del turismo attraverso la realizzazione di una serie di azioni di ricerca, sviluppo, promozione e l'implementazione pratica e la messa in opera sul territorio di strumenti tecnologici e metodologici, finalizzati alla ecoinnovazione delle attività produttive;
- promuovere la consapevolezza delle imprese, soprattutto le PMI, sulla necessità di mettere a sistema le conoscenze/capacità disponibili e sulle opportunità di crescita economica offerte dall'implementazione di tecnologie e metodologie ecosostenibili, con particolare riguardo ai settori produttivi dei RAEE, della plastica e del turismo.

⁴⁷ Con un protocollo di Collaborazione, la Provincia di Rimini e AUSER Territoriale Rimini, hanno promosso la formazione sul territorio provinciale di una nuova forma di comunità locale volta alla produzione e al consumo di cibo coltivato localmente buono, sano e di stagione mutuando la forma organizzativa delle Community Supported Agriculture nate in Giappone e in America oltre trenta anni fa e ormai largamente diffuse anche in Europa. La Comunità di Supporto Agricolo riunisce consumatori e coltivatori in questo cambiamento di direzione fondando nuove relazioni di coesione, solidarietà ed equità. Consumatori e coltivatori sono co-attori di un unico sistema di produzione locale di cibo che si basa su tecniche di coltivazione rispettose dell'ambiente e del suolo, che minimizza l'uso di componenti chimici e di derivati del petrolio e che sostiene le piccole aziende locali di qualità a fondamentale presidio del territorio (AUSER Rimini, 2014).

⁴⁸ Raggiungibile tramite il sito web: <http://energia.regione.emilia-romagna.it/imprese-green-economy/temi/osservatorio-green-economy>

produttive green della Regione e produce analisi e approfondimenti utili a indirizzare le politiche regionali in materia.

L'elenco degli Enti coinvolti nelle attività sperimentali di simbiosi e chiusura dei processi produttivi è riportato in Figura 53.

Ente	Città (Provincia)
Ervet	Bologna (BO)
Provincia di Rimini	Rimini (RN)

Figura 53: Elenco degli Enti e delle Istituzioni partecipanti all'attività sperimentale pilota

4. Le macro-fasi dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale e di chiusura dei cicli produttivi

Dopo la fase di studio preliminare, descritta nel paragrafo 2, che ha consentito di individuare, definire e strutturare la filiera di valorizzazione dei residui agro-industriali (prevalentemente finalizzata alla produzione di materiali bioplastici, ma non solo) e i relativi attori coinvolti, è stata quindi pensata e costruita la struttura temporale e metodologica del progetto, sulla base di uno strutturato percorso di attività mirato alla chiusura dei processi produttivi e alla costruzione delle filiere.

Di seguito, in

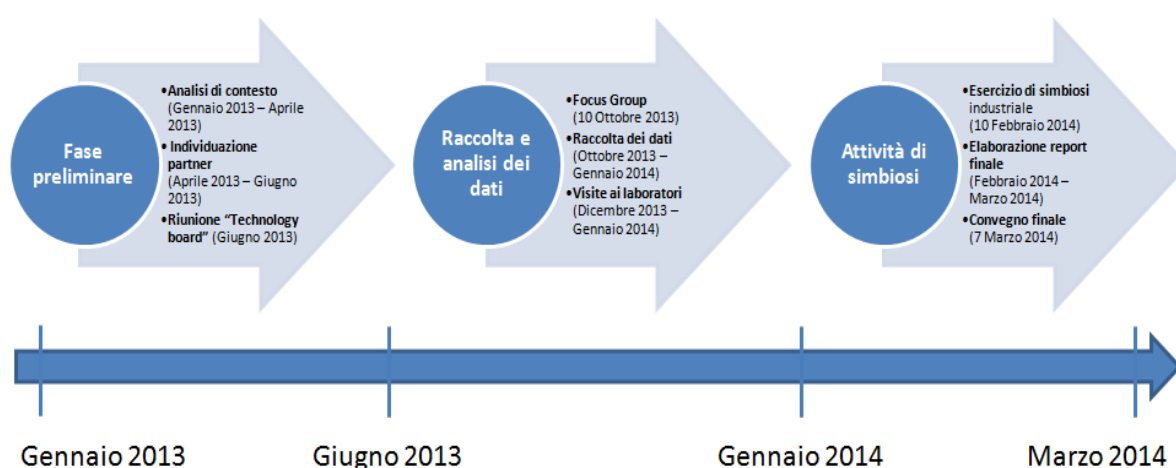


Figura 54, è riportato lo schema temporale dell'attività sperimentale pilota di simbiosi, nella sua ripartizione in macro-fasi.

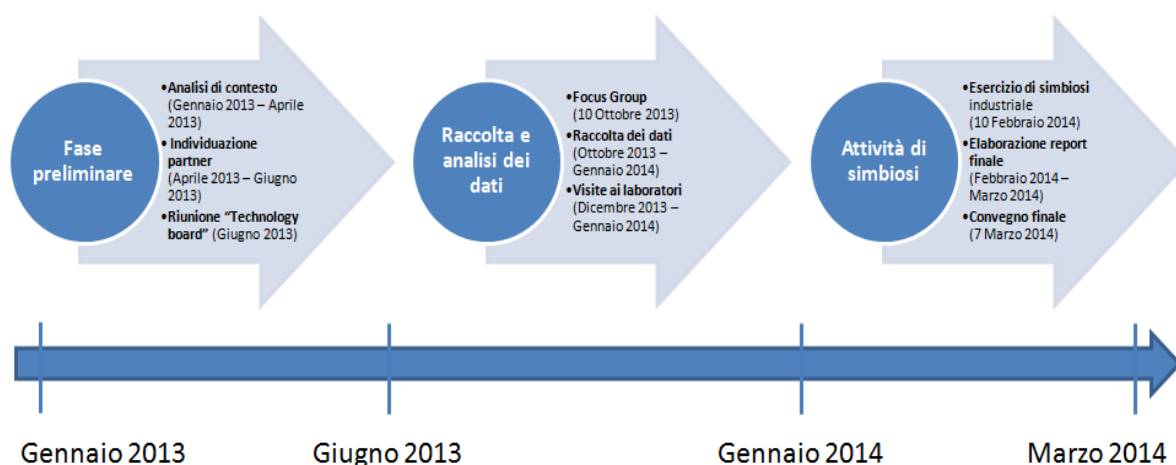


Figura 54: Rappresentazione grafica delle macro-fasi e dell'evoluzione temporale dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale realizzata in Emilia-Romagna

Si evidenzia la ripartizione delle attività in tre macro-fasi, riepilogate sommariamente di seguito e definite successivamente nel dettaglio:

- a) **Fase preliminare:** in questo primo step (Gennaio 2013 - Giugno 2013) si è proceduto alla definizione preliminare della filiera interessata dal progetto, sulla base dell'analisi di contesto definita nel paragrafo 2.

Sempre in questa fase è stato conseguentemente individuato in maniera preliminare il bacino di attori (imprese aventi a disposizione biomassa da scarto e residui agro-industriali, imprese di trasformazione e imprese utilizzatrici) e di facilitatori (centri di ricerca e laboratori) coinvolti nelle fasi successive. Questi sono stati contattati per sondarne la disponibilità a partecipare al progetto.

È stata poi definita la metodologia scientifica e la struttura del progetto anche attraverso una riunione del Technology Board, tavolo di lavoro costituito da Aster, Unioncamere, ENEA UTTAMB e dai laboratori della Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna aderenti all'attività pilota.

- b) **Fase di raccolta e analisi dei dati:** in questa seconda macro-fase del progetto (Giugno 2013 – Gennaio 2014) i soggetti individuati e contattati nella fase precedente sono stati riuniti e fatti interagire attraverso la metodologia del Focus Group. Gli obiettivi sono stati quelli di condividere la metodologia progettuale, le tempistiche e le finalità, quindi di confrontarsi e lavorare in maniera articolata sviluppando un'analisi su più piani, gettando le basi per la collaborazione operativa poi sviluppata nella terza fase.

Sempre in questa fase sono state anticipate le informazioni necessarie per la successiva raccolta dati, e l'uso di questi stessi dati ai fini del progetto (i flussi di materia upstream, in uscita dai soggetti a monte del processo, e downstream, in ingresso nei soggetti a valle della filiera), punto di partenza per la successiva fase di simbiosi.

A partire da ottobre questi dati sono stati richiesti alle aziende partecipanti, raccolti ed elaborati, al fine di individuare i possibili percorsi di simbiosi, le filiere potenziali e le collaborazioni sviluppabili.

L'evoluzione dell'attività del Focus Group ha previsto inoltre l'esplicitazione dell'attività di ricerca dei facilitatori attraverso le visite a quattro laboratori (selezionati all'interno del bacino di "facilitatori" individuato nella fase a), mirate a mostrare dal vivo agli attori imprenditoriali le tecnologie avanzate che i laboratori

possono mettere loro a disposizione per la valorizzazione delle biomasse residuali e dei sottoprodotti. A differenza delle altre attività, focalizzate su un nucleo di partecipanti selezionato in precedenza, le visite ai laboratori sono state aperte anche ad altri partecipanti (aziende selezionate da Unioncamere e Aster, e soggetti informati tramite comunicazione pubblica dell'evento), così da diffondere all'esterno già in questa fase la conoscenza delle metodologie, delle tecniche e della prassi seguita per la realizzazione dell'attività di simbiosi.

- c) **Attività di simbiosi e chiusura dei cicli:** l'ultima macro-fase del progetto (Gennaio 2014 – Aprile 2014) è consistita nella realizzazione pratica dell'attività di simbiosi. Sulla base dei dati forniti ed elaborati nei mesi precedenti, sono state definite nel dettaglio le proposte di percorsi di simbiosi e di sinergie. Queste sono state proposte ai partecipanti, nell'ottica di raccogliere le loro considerazioni (mirate a inserire eventuali integrazioni o modifiche) e di valutare la disponibilità a chiudere il percorso di simbiosi da un punto di vista pratico.

Il risultato del progetto e gli sviluppi dell'attività (la seconda fase, finalizzata ad approfondire le filiere e i percorsi di simbiosi individuati in questa prima fase) sono stati presentati nel corso del convegno conclusivo (7 marzo 2014), estremamente partecipato, che ha rappresentato anche un'importante occasione di visibilità e promozione per un'iniziativa assolutamente innovativa sul territorio italiano e, in particolare, sul territorio emiliano - romagnolo. Importante è risultato, da questo punto di vista, anche il coinvolgimento della Regione Emilia-Romagna tra i relatori.

L'attività complessiva si può perciò riassumere e visualizzare come un percorso di focalizzazione sempre più dettagliato verso l'individuazione di percorsi di simbiosi tra imprese, con la collaborazione attiva dei laboratori (Figura 55).

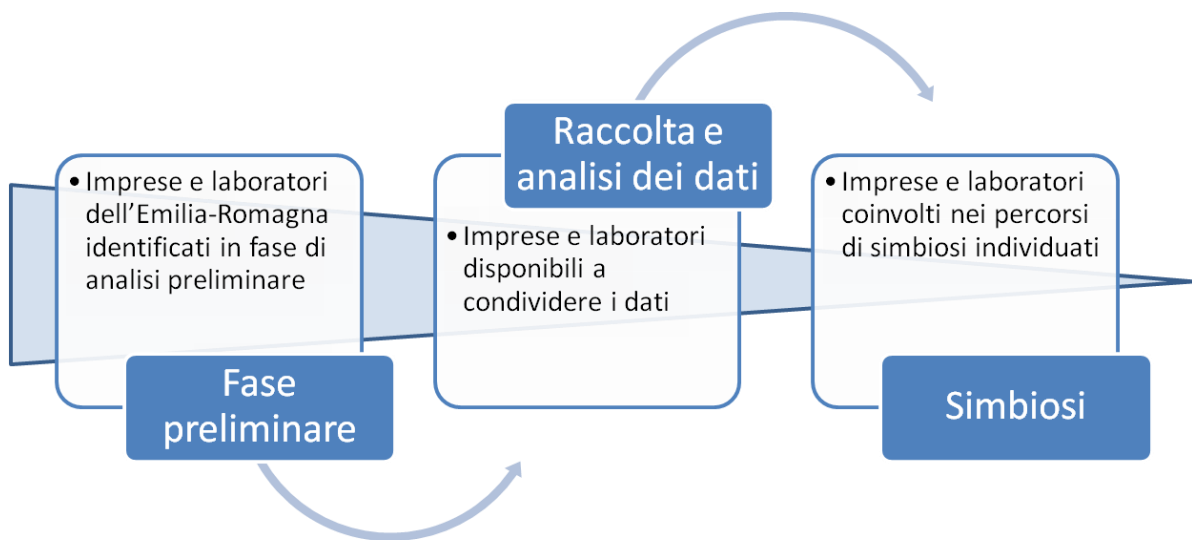


Figura 55: Rappresentazione schematica del processo di focalizzazione dei partecipanti attraverso le fasi dell'attività sperimentale pilota, verso la definizione dei percorsi di simbiosi

5. Dettaglio delle fasi dell'attività pilota

5.1. Analisi preliminare

Il primo passo dell'attività sperimentale, come riportato nel paragrafo 2, è stata la conduzione di un'analisi preliminare al fine di verificare la fattibilità della realizzazione del progetto pilota nell'ambito della filiera di riutilizzazione e valorizzazione delle biomasse residuali.

Successivamente si è proceduto a definire il bacino di partner potenzialmente coinvolgibili (aziende e laboratori) e la metodologia progettuale.

L'attività si è articolata nei seguenti punti:

- Studio della letteratura scientifica in materia di Economia Circolare, Simbiosi Industriale, Ecologia Industriale e metabolismo industriale; richiesta di informazioni a soggetti stranieri di provata competenza in materia di Simbiosi Industriale, chiusura dei cicli produttivi e riutilizzo e valorizzazione di sottoprodotti e scarti (NISP, Kalundborg Municipality).
- Analisi dettagliata della filiera di riuso e valorizzazione delle biomasse residuali e dei residui agro-industriali, contestualizzandone la struttura e i componenti rispetto alle caratteristiche del territorio, valutando disponibilità e potenzialità correlate (paragrafo 2).
- Realizzazione di studi di settore e analisi di contesto finalizzati alla valutazione del bacino di partner industriali e di ricerca potenzialmente coinvolgibili in Emilia-Romagna (paragrafo 2).
- Realizzazione di un report riassuntivo contenente la sintesi del progetto, le tempistiche, le modalità e i risultati attesi.
- Pre-contatto dei laboratori e successivo coinvolgimento nel progetto dei centri di ricerca afferenti alla Rete HTN individuati come stakeholder, portatori di competenze e/o tecnologie, facilitatori dei possibili percorsi di Simbiosi Industriale.
- Riunione di un gruppo di lavoro ristretto (denominato "Technology Board"), costituito da Aster, Unioncamere, ENEA e laboratori della Rete HTN, che ha condiviso la metodologia e ha pianificato le successive scadenze, i contenuti (in linea di massimo) e le modalità di svolgimento del successivo Focus Group (26 giugno 2013).

5.2. Predisposizione della fase di raccolta dei dati: schede input, output e anagrafiche

Il Focus Group è stato pensato per essere un primo incontro di presentazione del progetto e della Simbiosi Industriale alle imprese partecipanti. Oltre alla parte introduttiva, durante la quale è stata presentata la teoria e la pratica della simbiosi, si è proceduto a delineare in linea di massima una pianificazione delle tempistiche e delle modalità di gestione del piano di lavoro.

Il primo passo da affrontare è stata la raccolta dei dati relativi ai flussi di sottoprodotti e residui da parte delle aziende: questo processo è essenziale in un progetto di simbiosi, poiché rappresenta la base per le elaborazioni realizzate successivamente. Un aspetto importante è rappresentato anche dalla “qualità” dei dati forniti dalle aziende: questi devono essere il più possibile realistici e approfonditi.

Ciò determina la necessità di studiare la maniera migliore per richiedere le informazioni, nell’ottica di ottenere risposte di “qualità”.

Sono state perciò elaborate, in collaborazione con ENEA UTTAMB, che ha grande esperienza in materia avendo sviluppato un’attività di simbiosi nel corso del Progetto Sicilia, delle schede di raccolta dati, partendo dalle indicazioni ottenute dalla precedente esperienza. Queste schede sono state strutturate in maniera semplice, così da chiedere solamente i dati ritenuti essenziali ai fini dell’attività pilota, puntando sulla semplicità e sull’efficacia degli elementi da raccogliere.

La semplicità, sulla base di valutazioni concordate in fase di definizione progettuale, è stato infatti ritenuto un elemento essenziale: le aziende partecipanti avrebbero dovuto compilare autonomamente le schede, usufruendo al massimo di un aiuto via e-mail o tramite contatto telefonico. Analogamente, anche i tempi piuttosto ridotti connessi all’attività (un anno per sviluppare l’azione vera e propria) hanno suggerito un approccio che risultasse non troppo complicato per il reperimento dei dati richiesti. L’ottica, quindi, è stata quella di minimizzare l’impegno richiesto alle aziende partecipanti.

Le schede di richiesta dei dati sono riportate in Figura 56, Figura 57, Figura 58, con una breve spiegazione. Per ulteriori dettagli, si può fare riferimento anche all’articolo, derivato dal progetto, “Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region” (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, 2015).

Scheda anagrafica	
Denominazione	
Sede legale - indirizzo	
Sede legale – telefono	
Legale rappresentante	
Attività – descrizione	
Attività – Codice NACE	
Attività – Codice Ateco	
Sede operativa – indirizzo	
Sede operativa – telefono	
Referente	
Sito internet	
Posta elettronica	
Numero dipendenti	
Certificazioni	

Figura 56: Scheda anagrafica per la raccolta dei dati delle aziende partecipanti all'attività sperimentale, elaborata in collaborazione con ENEA UTTAMB

Risorsa (descrizione)	Risorsa (nome commerciale)	Risorsa (tipologia)	Risorsa (codice ProdCom) [se tipologia a]	Risorsa (codice NACE) [se tipologia c]	Tipo di quantitativo risorsa	Quantità	Unità di misura
		a) Materiale			Annuale		
		b) Vettore energetico			batch		
		c) Servizio					
		d) Competenza					

Figura 57: Scheda relativa ai dati di “input” consegnata alle aziende partecipanti all'attività sperimentale, elaborata in collaborazione con ENEA UTTAMB

Risorsa (descrizione)	Risorsa (nome commerciale)	Risorsa (tipologia 1)	Risorsa (tipologia 2 - a)	Risorsa (codice) [CER - se rifiuto]	Risorsa (codice) [ProdCom - se sottoprodotto]	Risorsa (codice) [NACE - se servizio]	Tipo di quantitativo risorsa	Quantità	Unità di misura
		a) Materiale	Rifiuto				Annuale		
		b) Sottoprodotto energetico	Sottoprodotto				batch		
		c) Servizio							
		d) Competenza							

Figura 58: Scheda relativa ai dati di “output” consegnata alle aziende partecipanti all’attività sperimentale, elaborata in collaborazione con ENEA UT^TTAMB

Le schede di raccolta dati sono distinte in scheda anagrafica (contenente i dati sociali dell’azienda e i contatti), scheda relativa ai dati di input (risorse che entrano nel sistema produttivo / azienda) e scheda relativa ai dati di output (prodotti che escono dal sistema produttivo / azienda).

Con riferimento alle schede input e output, nelle prime due colonne viene richiesta una breve descrizione della risorsa: si tratta di due campi a risposta aperta in cui l’impresa può specificare le caratteristiche del flusso (descritto di seguito). Nella terza colonna viene chiesto di scegliere tra quattro possibilità: materiale, vettore energetico (o sottoprodotto energetico nel caso di output), servizio e competenza (si ricorda infatti che la simbiosi prevede la messa a sistema non solo delle risorse, ma anche di servizi e competenze). Ciò comporta quindi la possibilità di indicare un qualsiasi tipo di risorsa, non solo materiale, che l’azienda vuole mettere in condivisione, esattamente come previsto dalla definizione di Simbiosi Industriale da letteratura (“vantaggio competitivo acquistato mediante la condivisione di risorse materiali, energetiche, servizi, capacità).

Nella scheda input la quarta e la quinta colonna contengono dei menu a tendina in cui si chiede alle imprese di specificare la tipologia di codice che descrive la risorsa: ProdCom⁴⁹

⁴⁹ L’elenco dei prodotti (si tratta generalmente di “merci”, ma sono compresi anche alcuni servizi industriali) inseriti nella Lista PRODCOM, sono raggruppati secondo il settore economico del produttore. Per ciascuna voce sono indicati il codice, la descrizione e l’unità di misura per l’espressione delle quantità richieste.

In linea di principio, vengono rilevati:

a) i prodotti realizzati sia per conto proprio sia per conto terzi;
b) i prodotti (fabbricati in conto proprio o fatti fabbricare a terzi dietro fornitura di materie prime senza fattura) commercializzati nel corso del periodo di riferimento.

Sono oggetto di rilevazione anche le lavorazioni, nonché le attività di riparazione e di manutenzione e quelle di montaggio e di installazione, denominate servizi industriali. Non devono essere rilevati tutti i prodotti acquistati

(se è un prodotto), NACE⁵⁰ o ATECO⁵¹ (se si tratta di una competenza o un servizio). Il progetto ha evidenziato, su quest'ultima scelta, la tendenza delle aziende a optare per il codice ATECO invece che per il codice NACE: il primo codice, infatti, è italiano (si veda la nota 17), oltre a essere anche più conosciuto a livello aziendale.

Nel caso l'impresa faccia riferimento a un flusso di output, all'interno della scheda è richiesto inoltre di indicare, in caso la risorsa sia materiale (non energetica o altro), se si tratta di un rifiuto o di un sottoprodotto. Questa informazione è fondamentale, in quanto le due tipologie di materiale sono trattate in modo differente a livello legislativo⁵². Questa

e rivenduti dall'Impresa senza alcuna trasformazione e i beni prodotti all'estero per conto dell'impresa (ISTAT, 2015).

⁵⁰ La Classificazione statistica delle attività economiche nelle Comunità europee o codice NACE (dal francese *Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne*) è un sistema di classificazione generale utilizzato per sistematizzare ed uniformare le definizioni delle attività economico/industriali nei diversi Stati membri dell'Unione europea. La nomenclatura venne creata dall'Eurostat, organo statistico della Commissione Europea, nel 1970 e raffinata nel corso degli anni, fino all'ultima revisione nel 2002, pubblicata con Regolamento (CE) n. 29/2002 della Commissione, che modifica il precedente regolamento (CEE) n. 3037/90 del Consiglio relativo alla classificazione statistica delle attività economiche nelle Comunità europee. L'esigenza di unificare le definizioni delle attività economico/industriali è sorta per evitare incomprensioni al livello statistico tra le diverse attività realizzate dai soggetti ed i diversi modi per definirle negli stati dell'UE. E' possibile scaricare la classificazione NACE più aggiornata a questo link: http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/general/nacecodes_en.pdf (consultato 16/11/2015).

⁵¹ La classificazione delle attività economiche ATECO (ATtività ECONomiche) è una tipologia di classificazione adottata dall'Istituto Nazionale di Statistica italiano (ISTAT) per le rilevazioni statistiche nazionali di carattere economico. È la traduzione italiana della Nomenclatura delle Attività Economiche (NACE) creata dall'Eurostat, adattata dall'ISTAT alle caratteristiche specifiche del sistema economico italiano. Attualmente è in uso la versione ATECO 2007, entrata in vigore dal 1° gennaio 2008, che sostituisce la precedente ATECO 2002, adottata nel 2002 ad aggiornamento della ATECO 1991. Si tratta di una classificazione alfa-numerica con diversi gradi di dettaglio: le lettere indicano il macro-settore di attività economica, mentre i numeri (che vanno da due fino a sei cifre) rappresentano, con diversi gradi di dettaglio, le articolazioni e le disaggregazioni dei settori stessi. Le varie attività economiche sono raggruppate, dal generale al particolare, in sezioni (codifica: 1 lettera), divisioni (2 cifre), gruppi (3 cifre), classi (4 cifre), categorie (5 cifre) e sottocategorie (6 cifre). È possibile accedere alla classificazione ATECO più aggiornata a questo link: <http://www.istat.it/it/strumenti/definizioni-e-classificazioni/ateco-2007>.

⁵² Secondo il D. Lgs. 205/2010 sul cd. Codice dell'Ambiente (D. Lgs. 152/2006), principale fonte normativa in materia di rifiuti, infatti, ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del Codice, si definisce rifiuto "qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi".

L'art. 184 bis comma 1 del medesimo Codice individua invece le caratteristiche proprie del sottoprodotto: "a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto; b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi; c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale; d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana".

Il Consiglio di Stato ha confermato la validità di questa interpretazione, ritenendola in linea non solo con la normativa interna, ma anche con la giurisprudenza nazionale ("essenziale ai fini della qualificazione di una sostanza come sottoprodotto è la sussistenza contestuale di tutte le condizioni richieste e l'assenza di trasformazione preliminare ai fini del riutilizzo, oltre alla circostanza che il materiale sia destinato con certezza e non come mera eventualità ad un ulteriore utilizzo. Cass. Pen., Sez. III, 14.6.2012, n. 28609) e comunitaria ("è

differenza di classificazione normativa è tale da determinare anche modalità di trattamento logistiche completamente diverse (ri-uso o smaltimento in discarica, per esempio).

Per tali ragioni, quindi, conoscere questo aspetto è risultato dirimente ai fini della realizzazione pratica delle sinergie individuate tra le aziende: la diversa classificazione, infatti, può rendere praticabile o impraticabile la chiusura di un potenziale percorso di simbiosi.

Bisogna sottolineare il fatto che, nonostante le precisazioni fornite in fasi successive (sebbene per casi specifici) a opera del legislatore⁵³, la distinzione fra queste due definizioni è ancora piuttosto labile e ambigua, soprattutto con riferimento ad alcune sostanze e processi di dubbia classificazione. Ciò, nella seconda fase di progetto ha comportato l'esigenza di ottenere chiarimenti da parte del legislatore (la Regione Emilia-Romagna) rispetto alla possibile classificazione di un sottoprodotto.

Tornando alla scheda di raccolta dati sottoposta all'azienda, le ultime tre colonne sono comuni a entrambe le schede di input e output e richiedono di specificare le quantità, le relative unità di misura e se il quantitativo di risorsa disponibile è batch (cioè disponibile solo a intervalli) o annuale o caratterizzato da altra periodicità.

5.3. Focus Group: presentazione della metodologia progettuale ai partecipanti e impostazione della fase di raccolta dei dati

Questa parte di attività è consistita nella gestione di un Focus Group quale strumento di discussione collettiva guidata e mirata sulla tematica della costituzione di filiere per il trattamento di biomassa derivante da rifiuti e residui agro-industriali, indirizzate prevalentemente (ma non esclusivamente) alla produzione di materiali ad alto valore

ammesso, alla luce degli obiettivi della direttiva 75/442, qualificare un bene, un materiale o una materia prima derivante da un processo di fabbricazione o di estrazione che non è principalmente destinato a produrlo non come rifiuto, bensì come sottoprodotto di cui il detentore non desidera disfarsi ai sensi dell'art. 1, lett. a) della Direttiva, a condizione che il suo riutilizzo sia certo, senza trasformazione preliminare e nel corso del processo di produzione". C. G.C.E., sent. 11 settembre 2003, causa C114/01, Avesta Potarit Chrome).

⁵³ Si veda, ad esempio, la sentenza del Consiglio di Stato, Sez. 4^a del 6 agosto 2013, n. 4151, con cui è stato chiarito, in modo univoco, che il fresato d'asfalto, originato dai lavori di manutenzione/ricostruzione della pavimentazione stradale, al pari di qualsiasi altro residuo produttivo, può essere qualificato come "sottoprodotto" in presenza ovviamente delle "condizioni" di cui all'art. 184 bis, comma 1, del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.

Per maggiori informazioni si veda il seguente link:

<http://www.ambientediritto.it/home/giurisprudenza/consiglio-di-stato-sez-4-6-agosto-2013-n-4151>

aggiunto (biopolimeri, resine, solventi, *building blocks*), oltre che verso altre destinazioni di valorizzazione (definite strada facendo, nel corso dell'attività).

Il Focus Group è stato realizzato sotto forma di un percorso “vincolato” a monte in termini di input (gli attori precedentemente definiti e coinvolti), che ha visto il coinvolgimento di un gruppo di lavoro costituito da industrie produttrici nel comparto agro-alimentare e agro-industriale (fornitrici di biomassa residuale), aziende operanti nel settore della trasformazione e dell'utilizzo finale (quali produttori di plastiche/applicatori di tecnologie e utilizzatori di plastiche, produttori di prodotti plastici finiti), ricercatori della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna e istituzioni, con il ruolo di inquadrare al meglio il contesto normativo.

La priorità del Focus Group era spiegare il concetto di Simbiosi Industriale ai partecipanti al progetto, trasmettendo l'importanza dell'iniziativa e le ricadute per il territorio regionale. Nella seconda metà del 2013, infatti, l'Unione Europea ha individuato sei mercati strategici per lo sviluppo e l'adozione di tecnologie innovative da parte dell'industria europea, verso i quali convogliare gli investimenti. Tra le pratiche consigliate, è compresa anche la Simbiosi Industriale: ciò ha consentito di sottolineare l'attualità della tematica.

Essendo un argomento non molto conosciuto è stato necessario spiegare cosa sia la Simbiosi Industriale, quali siano i differenti approcci utilizzati nel mondo e le esperienze condotte in Italia e quali sono stati i risultati ottenuti in seguito all'applicazione.

Dovendo rapportarsi prevalentemente con aziende, si è fatto riferimento ad argomentazioni di natura economica (risparmio nell'approvvigionamento di materie prime e nello smaltimento dei residui, convenienza di natura logistica, ecc.) oltre che legate alla sostenibilità ambientale.

Sempre in collaborazione con ENEA, sono stati perciò elencati i principali vantaggi connessi alla partecipazione a un progetto di simbiosi:

- dal punto di vista economico permette un'opportunità di un risparmio per il mancato conferimento in discarica e/o smaltimento di residui/sottoprodotti.
- Offre opportunità di conoscere settori solitamente non interconnessi tra loro che rendono possibili diverse sinergie.
- Offre opportunità di prendere contatto con altre realtà aziendali e con il mondo della ricerca su ambiti trasversali.

- Vantaggi ambientali: tra questi, il mancato conferimento in discarica dei sottoprodotti e dei residui, la riduzione nella produzione di CO₂ (connessa sia alla riduzione della richiesta di materie prime, che al processo di recupero di materiale) e il risparmio nell'uso di materie prime.

Oltre a ciò, ai partecipanti sono stati presentati dei casi studio reali (uno italiano, gli altri esteri) per dimostrare l'applicabilità e la diffusione di questa pratica. Tra i casi di riferimento, sono stati citati quelli del NISP – National Industrial Symbiosis Programme (presentato nel Capitolo 2) e la piattaforma siciliana di Simbiosi Industriale, progetto che attualmente l'ENEA sta sviluppando con fondi europei per la Regione Sicilia.

La dimostrazione dell'interesse diffuso nei confronti di questa attività ha attirato l'attenzione di molte aziende partecipanti al Focus Group, che nel giro di tavolo hanno anticipato diversi dati relativi alla tipologia e ai quantitativi di rifiuti prodotti. Analogamente, anche i laboratori della Rete Alta Tecnologia hanno aderito al progetto.

Obiettivi del Focus Group

Il Focus Group ha consentito di spiegare ai partecipanti la metodologia della Simbiosi, la metodologia del progetto (Schede di input e output), raccogliendo da loro le indicazioni sui flussi di materie residue e materie prime seconde di interesse. Ciò ha permesso di “focalizzare” ulteriormente i target e i partner attorno ai quali è stata poi costruita l'attività finale di simbiosi, individuando più nel dettaglio le tematiche, le tecnologie e soprattutto le sottofilieri (i flussi di materia) dell'attività di interazione industriale.

Più nel dettaglio, si possono definire obiettivi di diverso livello:

- Obiettivo generale: è stata valutata la fattibilità della creazione di filiere per il riutilizzo di biomasse residuali, descrivendo la metodologia della simbiosi ai partecipanti e raccogliendo da loro indicazioni sui relativi flussi di materia “a disposizione” per il progetto.
- Obiettivi specifici: realizzazione di un *knowledge brokerage*, cioè un confronto di flussi di materia e di tecnologie mirato a scegliere l'alternativa migliore nel trattamento delle biomasse residuali. A tal fine sono stati considerati i seguenti parametri:
 - Eliminazione dei costi di smaltimento di rifiuti per l'azienda nel breve termine.

- Maggiori ricavi dalla vendita dei residui nel breve e medio termine (per le aziende a monte, responsabili dei flussi upstream).
- Minori costi dall'acquisto di materie prime seconde (per le aziende a valle, responsabili dei flussi downstream).
- Avvio di progetti di ricerca e sviluppo.
- Eventuali collaborazioni successive e innesco di contatti utili.

Partecipanti al Focus Group

Per raggiungere questi obiettivi sono stati chiamati al tavolo di confronto:

- Industrie produttrici nel comparto agro-alimentare e agro-industriale (le aziende appartenenti al Segmento Upstream precedentemente definito);
- Aziende in possesso del *know-how* e delle tecnologie per la trasformazione finale delle biomasse e per la creazione del mercato dei bioderivati (le aziende appartenenti al Segmento Downstream precedentemente definito);
- Laboratori della Rete Alta Tecnologia (appartenenti al Segmento Intermedio precedentemente definito);
- Istituzioni.

Le aziende produttrici sono state coinvolte offrendo loro la possibilità di vagliare nuove opportunità di business e di usufruire di un aumento del proprio margine di guadagno in seguito a un ottimale sfruttamento dei propri (o altrui) scarti agro-alimentari.

Ai ricercatori è stata data l'opportunità d'illustrare le proprie competenze e tecnologie, che potrebbero avere un impatto specifico e totalmente innovativo in ambiti definiti e, soprattutto, trovare uno sbocco commerciale sul mercato. Dall'interazione con le aziende, infatti, sono potute nascere in seguito al progetto opportunità di partecipazione a nuovi progetti, oltre a collaborazioni tuttora attive.

Le aziende di trasformazione finale hanno avuto un ruolo chiave nel trasmettere le esigenze di mercato e i *desiderata* che hanno permesso di modellare l'intera filiera.

L'elenco dei soggetti partecipanti e lo schema del tavolo di lavoro sono riportati in Figura 59 e Figura 60.

Aziende partecipanti	Laboratori partecipanti
A.R.P. (Agricoltori Riuniti Piacentini) Soc. Agr. Coop.	Biogest Siteia
Barilla G. e R. F.lli S.p.A.	Cipack
Biosphere S.r.l.	CIRI Agroalimentare
C.G.M. S.p.A.	CIRI Energia Ambiente
Conserve Italia Soc. Agr. Coop.	CIRI Meccanica e Materiali
COOP Formula Ambiente Soc. Coop	CRPA
Coopbox Group S.p.a.	LEAP – Consorzio Mat-ER
Irci S.p.A.	Siteia.Parma
OPOE Cons. Coop. Agr. P.A.	
Schmack Biogas S.r.l.	
Softer S.p.A.	
	Enti partecipanti
	Ervet
	Provincia di Rimini

Figura 59: Partecipanti al Focus Group (Aziende, Laboratori, Enti e Istituzioni)

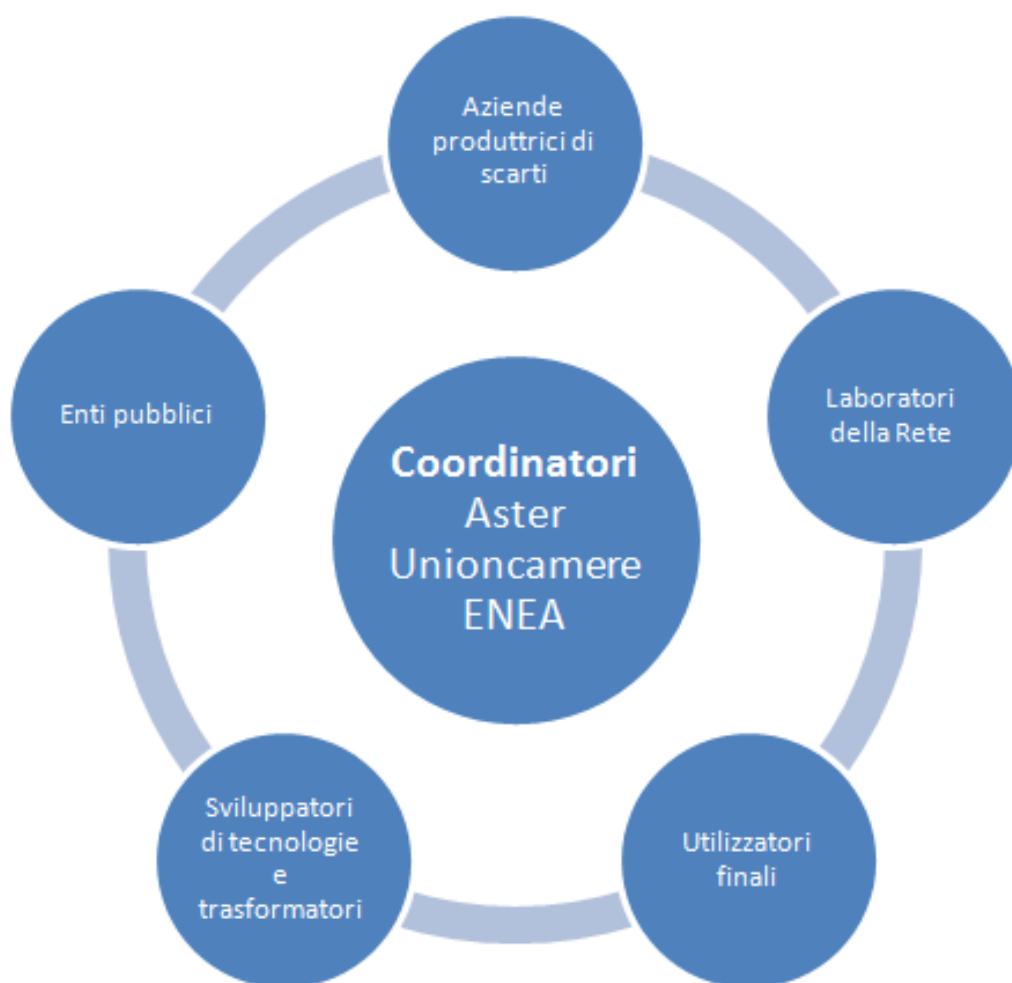


Figura 60: Schematizzazione della struttura e della composizione del tavolo di lavoro del Focus Group, coordinato in collaborazione con ENEA e Unioncamere. Al tavolo afferiscono aziende, laboratori / centri di ricerca, Enti e Istituzioni

Contenuti

Come anticipato, l'attività è stata organizzata e gestita attraverso la metodologia del Focus Group, già conosciuto e utilizzato in passato: si tratta di uno strumento di discussione collettiva e guidata su alcuni temi specifici, definiti *ex-ante*.

Come definito in precedenza, nel progetto e nei tavoli di lavoro è stata richiesta la partecipazione di ENEA, con il ruolo di “coordinatore tecnico” dotato di competenze tecniche sul tema della simbiosi e delle soluzioni per la chiusura dei cicli produttivi, oltre che forte e di esperienze derivanti da attività precedentemente svolte in tale ambito.

Le imprese e i ricercatori coinvolti nel Focus Group hanno fornito i loro contributi per delineare in maniera concreta le filiere e le tematiche di ricerca.

Nel corso dell'incontro operativo, della durata di circa tre ore, sono quindi stati presentati i concetti di Economia Circolare e Simbiosi Industriale, il meccanismo della condivisione e del riuso di risorse e sottoprodotti tra imprese, al fine di individuare possibili connessioni tra flussi in ingresso e in uscita dalle aziende / sistemi produttivi.

Tra i contenuti presentati ai partecipanti, forte rilievo è stato dato al fatto che tali flussi non sono caratterizzati dagli stessi parametri: possono avere denominazione, forme, caratteristiche, unità di misura differenti. La connessione tra questi flussi così diversi è garantita, in tutte le esperienze di simbiosi realizzate a livello mondiale, dalla capacità degli esperti di simbiosi nel trovare soluzioni che trasformino le risorse, rendendole adeguate a entrare in altri cicli produttivi. Questi passaggi non richiedono necessariamente una trasformazione (fase per la quale è stato ipotizzato il contributo dei laboratori), ma è comunque fondamentale individuare le caratteristiche dei flussi e le potenziali corrispondenze, al fine di individuare tra gli output dei potenziali flussi di input.

Il legame tra output e potenziali input è stato individuato e schematizzato mediante le schede, appositamente realizzate per questa esperienza ed elaborate a partire dall'esperienza condotta da ENEA in Sicilia, dette “Archi <origine-destinazione>” (per ulteriori dettagli sulla metodologia si può fare riferimento anche alla pubblicazione “Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector” (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, 2015)).

Tali modelli di connessione sono schede informative che descrivono i potenziali campi di utilizzo produttivo di uno scarto industriale, e sono costruiti come tabelle all'interno delle quali si mettono in corrispondenza gli output con i potenziali input. Queste filiere vengono costruite sulla base di esperienze pregresse, conoscenze e competenze di cui sono in possesso gli esperti di simbiosi, nonché sulla base di ricerche e dei dati di letteratura.

Questo processo, realizzato in maniera “analogica” nel corso di questa attività sperimentale pilota, all'interno di network di simbiosi più strutturati viene semplificato e automatizzato. Ciò avviene facendo uso di software molto complessi, presenti in commercio, tipicamente realizzati dalle stesse società che si occupano della gestione dei principali network di Simbiosi Industriale a livello mondiale⁵⁴. Questi software contengono all'interno del loro database casi studio, aggiornati continuamente, ma necessitano comunque dell'esperienza di “manager della simbiosi” (in gergo, facilitatori) che siano in grado di risolvere le possibili problematiche (logistiche e normative in primis, ma non solo) e riconoscano i potenziali delle diverse risorse.

Nell'ambito dell'attività sperimentale oggetto di questo dottorato, in fase di progettazione questo ruolo è stato assegnato ai laboratori della Rete Alta Tecnologia, che hanno avuto il compito di mettere a disposizione le proprie conoscenze tecnologiche al fine di suggerire potenziali sinergie e individuare nuove possibili interazioni.

Il contenuto principale del Focus Group è quindi consistito nella spiegazione di questa metodologia e dell'apporto richiesto alle aziende partecipanti in termini di contenuti e informazioni da fornire, attraverso la compilazione delle schede presentate nel paragrafo precedente ed elaborate in collaborazione con ENEA:

- Scheda anagrafica: richiesta di alcuni dati anagrafici dell'azienda.
- Scheda raccolta dati di input.
- Scheda raccolta dati di output.

Alle aziende è stato perciò chiarito che nella compilazione delle schede input/output potevano essere segnalati i flussi principali che pensavano di poter mettere a disposizione

⁵⁴ Il più noto, tra questi software, è SYNERGie® - Resource Management Platform, realizzato da International Synergies Ltd., che lo offre in licenza unitamente a un pacchetto di supporto. La piattaforma comprende un database, un sistema per la gestione di progetti e commesse e aiuta a identificare connessioni e opportunità commerciali per le imprese partecipanti. Attualmente è utilizzato in nove Paesi al mondo, e prevede sempre la supervisione di manager esperti di simbiosi, che siano in grado di facilitare gli scambi di risorse o di aiutare le imprese partecipanti a individuarne di nuovi. Una delle features della piattaforma è anche legata alla possibilità di generare dei report e analisi statistiche sull'efficienza d'uso delle risorse da parte delle imprese e sulla loro sostenibilità ambientale ed economica.

come output (ai fini di una loro valorizzazione come risorsa) e/o i flussi principali che avrebbero voluto reperire in input.

Al momento di fornire queste schede è stato specificato alle aziende che ai fini dell'attività sperimentale pilota sarebbe stato utile disporre del maggior quantitativo di informazioni possibile sui flussi presi in considerazione (comprese informazioni tecniche e di dettaglio). Al tempo stesso, però, è stato anche specificato che le imprese non erano tenute a inserire nelle schede *tutti* i loro flussi di input e di output: questa specificazione è stata necessaria per evitare che le aziende non avessero l'idea che le schede potessero rappresentare un “*phishing*” dei loro dati, e fossero così scoraggiate a proseguire nell'attività progettuale.

Successivamente alla spiegazione delle schede, sono state indicate le scadenze per la compilazione delle schede e il loro invio da parte delle aziende partecipanti. In particolare sono state illustrate le fasi successive del progetto, anche al fine di dettagliare meglio il coinvolgimento dei laboratori nel processo.

Un aspetto chiave, che è stato poi dirimente ai fini delle modalità di diffusione dei risultati, è consistito nel fornire ai partecipanti opportune rassicurazioni rispetto alla riservatezza dei dati e alla non divulgazione degli stessi (specialmente di quelli “sensibili”, inerenti i flussi di materia, in particolar modo in output), se non con il consenso delle aziende proprietarie.

L'ultimo passo di questo momento di Focus Group è consistito nella condivisione, con i partecipanti al tavolo di lavoro, di un calendario inerente le attività di raccolta ed elaborazione dei dati. Questo calendario prevedeva:

- Compilazione delle schede di input e output da parte delle aziende, con la definizione dei propri scarti e dei relativi fabbisogni, inserendo tutte le informazioni necessarie per le opportune valutazioni (ottobre 2013).
- Raccolta dei dati (fine ottobre – inizio novembre 2013).
- Invio dei dati ai laboratori della Rete (metà novembre 2013).
- Elaborazione dei dati e costruzione delle connessioni di simbiosi tra i flussi di output e i flussi di input (fine novembre 2013).
- Esercizio di Simbiosi Industriale (febbraio 2014).
- Convegno finale.

5.4. Fase di raccolta, schematizzazione, analisi e invio dei dati ai laboratori

A posteriori del Focus Group e della richiesta dei dati, le schede compilate sono state restituite da dieci aziende sul totale delle tredici partecipanti al progetto. Nel complesso si può affermare che la risposta è stata molto positiva, sia per il numero di partecipanti che hanno risposto, sia per la quantità di dati raccolti.

Tranne alcune aziende che hanno restituito solo poche informazioni, le altre sono si sono dimostrate disponibili a condividere i dati e a collaborare: ciò è testimoniato sia dal numero di flussi di input e output resi noti, sia dai relativi dettagli. Nel caso dell'azienda A01, per esempio, a corredo delle informazioni contenute nelle schede, è stato inviato un ulteriore documento di analisi dei fanghi di depurazione, mirato ad aiutare i referenti di progetto a individuare una giusta collocazione per il sottoprodotto.

Va specificato che nel totale delle dieci risposte è compresa anche quella data dal CIRI Agroalimentare, partecipante al progetto come laboratorio, ma interessato a compilare la scheda di input, volendo trovare la disponibilità di eventuali flussi in uscita da altre imprese al fine di alimentare i processi che hanno luogo all'interno del loro laboratorio.

L'elenco delle aziende che hanno compilato le schede è riportato in Figura 61.

Codice azienda	Codice ATECO	Input	Output
A01	10.39	X	X
A02	10.7	X	X
A03	38.110	X	X
A04	10.3	X	
A05	20.16.0	X	X
A06	41.2	X	
A07	43.21.01	X	X
A08	/	X	
A09	22.29.09	X	
A10	29.29.99	X	

Figura 61: Riepilogo delle risposte date da parte delle aziende partecipanti in termini di compilazione delle schede di input e output

Nell'ultima colonna della tabella sono riportati i codici che, in collaborazione con ENEA UTTAMB, si è deciso di associare alle diverse aziende per ragioni di riservatezza, al fine di poter comunicare i dati sulle risorse senza dover indicare in modo esplicito l'azienda di provenienza. In Figura 61 è specificato anche che tipo di scheda è stata compilata dalle aziende, se input, output o entrambe.

I codici ATECO sono stati richiesti per poter proporre possibili sinergie non individuabili unicamente sulla base dei dati ricevuti dalle imprese: i flussi di output opportunamente trasformati che non trovano destinazione all'interno del bacino di aziende del progetto, vengono cioè genericamente destinati a un settore produttivo. Questa scelta è stata legata alla volontà di individuare possibili soluzioni di valorizzazione anche al di fuori del bacino di imprese che ha caratterizzato l'attività pilota sperimentale.

I dati raccolti sono stati riepilogati all'interno di un unico documento Excel e divisi in due pagine (una per gli input ed una per gli output), sempre mantenendo l'intestazione delle tabelle inviate alle aziende.

In Figura 62 è stato riportato un esempio di come sono stati organizzati i dati nel corso di questa attività.

Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT	Codice ProdCom INPUT	Quantità	Unità di misura	Tipo di quantitativo	Analisi di laboratorio
A01	A01/IN/01	pomodoro	10391710 Pomodori conservati ma non nell'aceto o acido acetico, escluse preparazioni alimentari a base di ortaggi	200000	ton	batch	

Figura 62: esempio di scheda di riepilogo (elaborata in collaborazione con ENEA UTTAMB e relativa all'azienda A01) dei dati di input richiesti alle aziende

Nella prima colonna è indicato il codice dell'azienda, conosciuto solo da chi ha raccolto i dati; nella seconda colonna è specificato il codice utilizzato per codificare la risorsa: la prima parte indica il codice dell'azienda di provenienza del flusso (in questo caso azienda A01), IN significa input (se il flusso fosse di output sarebbe indicata la sigla OUT), l'ultima cifra è un numero progressivo assegnato a quella determinata risorsa (in questo

caso 01, perché il flusso trattato è il primo inserito dall'azienda e il primo cui si fa riferimento).

Le voci seguenti sono state spiegate nel paragrafo precedente e sono relative ai dati di quantità, alle unità di misura e alla tipologia di disponibilità (annuale o periodica).

Ai laboratori è stato successivamente consegnato il documento contenente, in due pagine, le risorse indicate dalle aziende (secondo le modalità riportate nell'esempio), opportunamente codificati.

Il file inviato ai laboratori era il documento Excel riassuntivo definito precedentemente, al quale sono quindi stati aggiunti due fogli ulteriori, compilabili dai laboratori al fine di raccogliere le loro indicazioni sulle potenziali sinergie e sui potenziali trattamenti da applicare ai flussi individuati.

Di seguito sono riassunte le quattro pagine del documento elaborato con la collaborazione di ENEA UTTAMB, con la relativa spiegazione rispetto al metodo di utilizzo (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, *Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector*", 2015):

1. Scheda input: contiene tutti i flussi di input richiesti / indicati dalle aziende.
2. Scheda output: contiene tutti i flussi di output messi a disposizione dalle aziende.
3. Scheda arco <origine, destinazione> di tipo <output, input>, da compilare: è la scheda con la quale i laboratori hanno potuto suggerire connessioni (mediante opportuni processi di trasformazione e valorizzazione) tra i flussi di output messi a disposizione da un'azienda e i flussi di input richiesti da un'altra azienda.
4. Scheda arco <origine, destinazione> di tipo <input, output>, da compilare: è la scheda con la quale i laboratori hanno potuto suggerire connessioni (mediante opportuni processi di trasformazione e valorizzazione) tra i flussi di input richiesti da un'azienda e i flussi di output messi a disposizione da un'altra azienda.

Ai laboratori, nel corso della riunione di Focus Group, è stato quindi chiesto di compilare opportunamente le schede 3 e/o 4 in relazione alle tipologie di output e/o input messi a disposizione e indicati dalle aziende e per le quali i laboratori potessero suggerire un settore produttivo di possibile destinazione o di possibile provenienza, o eventuali trattamenti per la valorizzazione dei sottoprodotti.

Le due schede sono riportate in Figura 63 e Figura 64.

Arco <origine, destinazione> di tipo <output, input>		
Codice risorsa		(link a colonna B foglio output)
Descrizione risorsa		(link a colonna C foglio output)
Destinazioni produttive possibili (codici ATECO)		
Codici ATECO dei possibili settori di utilizzo produttivo	Descrizione dei possibili settori di utilizzo produttivo	Descrizione dell'input potenziale
Es: 22, 23, 24	Settore dei materiali plastici	Aggregati riciclati
Note		
Eventuali norme e norme tecniche di riferimento, eventuali processi di valorizzazione intermedi necessari		

Figura 63: Scheda arco <origine, destinazione> di tipo <output, input>, elaborata a partire dall'esperienza di simbiosi condotta da ENEA UTTAMB in Sicilia (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015)

Arco <origine, destinazione> di tipo <input, output>		
Codice risorsa		(link a colonna B foglio input)
Descrizione risorsa		(link a colonna C foglio input)
Settori produttivi di provenienza possibili (codici ATECO)		
Codici ATECO dei possibili settori di provenienza dell'input ricercato	Descrizione dei possibili settori di provenienza dell'input ricercato	Descrizione dell'output potenziale
Note		
Eventuali norme e norme tecniche di riferimento; Eventuali processi di valorizzazione intermedi necessari.		

Figura 64: Scheda arco <origine, destinazione> di tipo <input, output>, elaborata a partire dall'esperienza di simbiosi condotta da ENEA UTTAMB in Sicilia (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015)

La compilazione della scheda di connessione di tipo <output, input> ha richiesto ai laboratori di scegliere un flusso di output di un'azienda al fine di individuare dei possibili settori produttivi verso i quali riutilizzare la risorsa, specificando il gruppo di imprese (o la singola impresa) potenzialmente interessate mediante un codice ATECO o una semplice descrizione, e specificando il flusso di input che potrebbe essere generato a partire da quell'output. Nelle note è stato richiesto inoltre ai laboratori di descrivere i processi di valorizzazione del sottoprodotto e le eventuali norme tecniche di riferimento.

Mediante la compilazione delle schede di connessione di tipo <input, output> si è invece richiesto ai laboratori di scegliere un flusso di input necessitato da un'azienda e di individuare i possibili settori produttivi di provenienza di tale input, sempre nell'ottica di incrociare questa richiesta con "l'offerta" costituita dai sottoprodotti indicati dalle altre imprese. Anche in questo caso, nelle note è stato richiesto di inserire le eventuali norme e le tecniche di valorizzazione come nella scheda precedente.

Dai risultati a posteriori della conclusione del progetto, si può affermare che con ogni probabilità questo secondo modulo di connessione non è stato compreso completamente. Un solo laboratorio, infatti, ha compilato la scheda, ma ha descritto l'output che si potrebbe produrre a partire da un input definito (informazione già nota all'impresa e quindi non apportante dati di particolare interesse per il progetto), e non i settori produttivi di potenziale provenienza.

5.5. Contributo fornito dai laboratori in fase di elaborazione dei dati

Nella fase successiva dell'attività sperimentale pilota sono state inviate ai laboratori le schede precedentemente descritte, contenenti le richieste di informazioni relative ai processi di valorizzazione suggeriti per i flussi di materia indicati dalle aziende. Questo passaggio è avvenuto a fine novembre, con la richiesta ai laboratori di fornire le informazioni entro l'inizio di dicembre.

Le risposte a tale richiesta sono arrivate da 3 laboratori, riportati nella tabella seguente (Figura 65) insieme al codice utilizzato per la codifica dei dati e la presentazione dei risultati.

Laboratorio	Piattaforma	Codice
CIRI Agroalimentare	Piattaforma Agroalimentare	LAB 02
CIRI Energia Ambiente	Piattaforma Energia Ambiente	LAB 03
LEAP – Consorzio Mat-ER	Piattaforma Energia Ambiente	LAB 01

Figura 65: Laboratori che hanno fornito le informazioni richieste

I laboratori, compilando le schede di connessione tra flussi di input e di output, hanno perciò proposto delle soluzioni finalizzate a valorizzare i sottoprodotti in uscita dalle aziende partecipanti al progetto: di seguito sono riportate le loro indicazioni.

LEAP (Laboratorio Energia Ambiente Piacenza) – Consorzio Mat-ER (Materia-Energia Emilia-Romagna)

Il laboratorio ha individuato delle macro-soluzioni per un insieme di output, invece di definire soluzioni specifiche per i singoli flussi:

- Screening per determinare le possibilità di recupero di energia in impianti a biomassa degli output delle aziende A01 e A04.
- Studio di fattibilità della digestione anaerobica / recupero di materia degli output di A01 e A02, con una valutazione specifica per ogni singolo flusso, eventualmente negli impianti di A07.
- Studio sull'ottimizzazione della gestione dei flussi di materiale movimentato da A03.
- Analisi delle tecnologie disponibili e studi di fattibilità tecnico-economica per l'inertizzazione e il recupero energetico dagli output di A05 con eventuali integrazioni dei materiali plastici di A01 (residui di tubazioni per irrigazione) e A03.
- Studio di fattibilità tecnico-economica e ambientale (analisi LCA) del compostaggio / produzione di ammendante dell'output di A07.
- Attività di caratterizzazione ambientale delle tecnologie di recupero energetico sopra elencate, ad esempio, in riferimento alle proposte per i codici A01, A02, A03, A07, A08. Possibilità di valutazioni preliminari sulla base di dati di letteratura e di precedenti campagne di misura LEAP;

- Attività di misura della temperatura con pirometri a suzione⁵⁵ per grandi generatori di calore (ad esempio, con riferimento all'output di A03) per il recupero energetico mediante un processo di combustione.

Obiettivi: taratura delle tradizionali termocoppie installate sull'impianto al fine di ottenere un miglior controllo della temperatura di post-combustione, nel rispetto delle prescrizioni della normativa vigente; tracciatura del profilo di temperatura nelle varie sezioni di passaggio dei fumi. Interventi rivolti alla limitazione dei composti inquinanti nei fumi.

Il LEAP, inoltre, all'interno della scheda fornita ha proposto anche delle proprie competenze, ritenute attinenti con il tema della simbiosi e della valorizzazione dei sottoprodotti, in particolare la possibilità di realizzare il campionamento delle emissioni gassose dagli impianti, in relazione ai principali inquinanti regolamentati e al particolato atmosferico, comprese le componenti ultrafini e le nano particelle.

CIRI Agroalimentare (Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare)

Il Laboratorio Ciri Agroalimentare ha indirizzato il proprio interesse in particolare sull'output A03/OUT/03 (output: Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti).

La soluzione proposta in base alle competenze del laboratorio è quella di valorizzare la risorsa selezionando le biomolecole attive (quali antiossidanti, fibre, zucchero, lipidi e biopolimeri) al fine di riutilizzarle nell'industria mangimistica, alimentare, chimico-farmaceutica, o nei settori del packaging e della cosmetica.

In base alle indicazioni fornite dalle aziende e alle competenze del laboratorio, sono stati individuati (e definiti mediante opportuni codici ATECO) i settori di utilizzo produttivo in cui potrebbero essere introdotte le risorse opportunamente valorizzate:

- Industria mangimistica e alimentare: ATECO 10 – Industrie Alimentari.

⁵⁵ I pirometri a suzione sono costituiti da una termocoppia, opportunamente tarata, inserita all'interno di un condotto metallico (acciaio inossidabile o titanio) a sezione circolare in modo tale che il giunto caldo sia circondato da una serie di schermi. Questi schermi, cilindrici e a bassa emissività, isolano l'elemento sensibile del sensore dall'irraggiamento dell'ambiente circostante (questo è il fattore di maggiore influenza nelle misure). Le termocoppie possono essere di tipo K o S a seconda della temperatura da misurare (per le termocoppie K la temperatura massima misurabile è di 1200° C, per le termocoppie S di 1600 ° C). I pirometri a suzione necessitano di acqua di raffreddamento e di aria compressa per azionare l'eiettore per l'aspirazione dei fumi.

- Industria chimico-farmaceutica e cosmetica: ATECO 21 - Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici.
- Packaging: ATECO 14 - Confezionamento di articoli di abbigliamento; confezione di articoli in pelle e pelliccia, ATECO 22.22 - Fabbricazione di imballaggi in materie plastiche.

Sempre tramite l'uso di codici ATECO sono state proposte anche delle soluzioni che il laboratorio non ha potuto trovare non avendo a disposizione i dati delle aziende: in questo modo sono state trovate sia simbiosi dirette che connessioni generiche da sottoporre alle aziende in base al proprio settore di produzione, anche se queste non avevano messo a disposizione i dati di quegli input specifici.

CIRI Agroalimentare (Centro Interdipartimentale di Ricerca Energia e Ambiente)

Il terzo laboratorio che ha fornito una risposta, Ciri Energia e Ambiente, ha proposto diverse soluzioni per specifici output:

- A01/OUT/01 (fanghi): viene proposto l'impiego nel settore manifatturiero (nello specifico per i settori con codice ATECO 19: Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio, e 20: Fabbricazione di prodotti chimici) dopo una trasformazione in bio-olio assimilabile a biodiesel e un residuo carbonioso refrattario (biochar) utilizzabile per ottenere energia elettrica da un motore a combustione interna;
- A01/OUT/01 (fanghi): un'altra proposta per lo stesso output è lo sfruttamento nel settore agricolo, infatti il biochar può essere utilizzato come un ammendante a cui è stato associato il codice ATECO 01. Il processo di valorizzazione intermedio sarebbe costituito genericamente da una pirolisi, nello specifico la tecnologia utilizzata sarebbe quella di "Reforming pyro-baf", sperimentata con successo presso il Fraunhofer Institute Umsicht, unità di ricerca che ha attivo un processo di collaborazione con il CIRI Energia Ambiente.
- A02/OUT/01 (farinaccio di grano duro): essendo sottoprodotti della lavorazione dei cereali (farinaccio, farinetta, crusca, tritello, glutine, amido, semi spezzati, ecc), si ritiene che questi possano essere immessi come input all'interno dell'azienda A04 (Opoe, la sigla dell'input è A04/IN/08), senza subire ulteriori trasformazioni, come propongono dati raccolti in precedenti esperienze.

- A03/OUT/18 (rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione, compreso il terreno proveniente da siti contaminati): si propone il riutilizzo in tre settori delle costruzioni con codice ATECO 41 (Ingegneria civile), 42 (Costruzioni di edifici), 43 (Lavori di costruzioni specializzati) come prevede il Decreto Legislativo n.152 del 2006 come aggregati di calcestruzzo.

Va specificato comunque che tutti i laboratori si sono riservati la possibilità di realizzare studi maggiormente approfonditi delle sinergie individuate in base a una più approfondita conoscenza delle risorse e delle caratteristiche dei prodotti.

ENEA – ASTER e riepilogo delle sinergie individuate

Anche ENEA, con la collaborazione di Aster, ha analizzato i dati forniti dalle diverse aziende partecipanti al progetto al fine di individuare delle possibili sinergie, sempre mediante un doppio canale: in alcuni casi prevedendo delle semplici trasformazioni / valorizzazioni, in altri casi considerando invece un passaggio diretto del materiale dall'azienda produttrice dell'output a quella ricevente.

L'insieme delle sinergie individuate è stato riassunto all'interno di schede complessive (elaborate in collaborazione con ENEA UTTAMB; un esempio è riportato in Figura 66), contenenti il riepilogo delle informazioni relative alle sinergie (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, *Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector*", 2015).

Nella prima colonna è stato inserito il codice dell'azienda che fornisce gli output; nella seconda e nella terza colonna la relativa tipologia di output (espressa mediante il codice della risorsa e la sua descrizione).

Nella quarta colonna è stato indicato il codice dell'azienda che riceve il flusso come input e, nella quinta e nella sesta colonna, la relativa tipologia di input (codice e descrizione). Le ultime tre colonne contengono informazioni relative ad altre possibili destinazioni del flusso preso in considerazione, alla tipologia di trasformazione realizzata (se presente) e al soggetto che ha proposto tale sinergia.

Codice Azienda OUT	Codice Risorsa OUT	Descrizione OUTPUT	Codice Azienda IN	Codice Risorsa IN	Descrizione INPUT	Altre possibili destinazioni	Trasformazione	Sinergia proposta da
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A04	A04/IN/01	Sottoprodotti della trasformazione del pomodoro (bucchette , bacche fuori misura, ecc..)			Lab 01
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A08	A08/IN/02	Sottoprodotti della lavorazione agronomica- industriale			ENEA
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A08	A08/IN/01	Scarti agro- industriali			
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A10	A10/IN/01	Matrici organiche non lignificate (repertorio 010 dell'elenco)			
A01	A01/OUT/01	Fanghi	A05	A05/IN/01 A05/IN/02		20 FABBRICAZIO NE DI PRODOTTI CHIMICI		

Figura 66: Esempio di scheda riassuntiva delle sinergie individuate, relativa all'azienda A01, elaborata in collaborazione con ENEA UTTAMB

Queste sinergie individuate sono state riportate anche all'interno di tabelle suddivise per aziende, in quanto questi potenziali flussi dovevano essere proposti alle aziende stesse per la chiusura dei cicli.

In Figura 67, Figura 68, Figura 69 e Figura 70 sono riportate queste schede riepilogative delle sinergie, elaborate in collaborazione con ENEA, ripartite per aziende: sulle colonne di sinistra sono evidenziati gli output, nelle colonne di destra sono elencati i possibili input in cui possono essere trasformati.

Nella seconda e nella quinta colonna sono indicati i codici che sono stati assegnati alle risorse, affinché fosse mantenuta la privacy delle diverse aziende e dei relativi flussi, senza perdere il dato relativo alla provenienza e il dato che specifica se si tratta di un input o un output.

Azienda A01

Tratto “upstream”			Tratto “downstream”		
Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione OUTPUT	Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A04	A04/IN/01	Sottoprodotti della trasformazione del pomodoro (buccette , bacche fuori misura, ecc..)
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A08	A08/IN/01	Scarti agro-industriali
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A08	A08/IN/02	Sottoprodotti della lavorazione agronomica-industriale
A01	A01/OUT/02	Grigliato pomodoro	A10	A10/IN/01	Matrici organiche non lignificate (repertorio 010 dell'elenco)

A01	A01/OUT/03	Grigliato pisello	A04	A04/IN/05	Sottoprodotti della trasformazione di ortaggi vari (condizionamento, sbucciatura, confezionamento, ecc)
A01	A01/OUT/03	Grigliato pisello	A08	A08/IN/01	Scarti agro-industriali
A01	A01/OUT/03	Grigliato pisello	A08	A08/IN/02	Sottoprodotti della lavorazione agronomica-industriale
A01	A01/OUT/03	Grigliato pisello	A10	A10/IN/01	Matrici organiche non lignificate (repertorio 010 dell'elenco)
A01	A01/OUT/04	Grigliato fagiolo	A04	A04/IN/05	Sottoprodotti della trasformazione di ortaggi vari (condizionamento, sbucciatura, confezionamento, ecc)
A01	A01/OUT/04	Grigliato fagiolo	A08	A08/IN/01	Scarti agro-industriali
A01	A01/OUT/04	Grigliato fagiolo	A08	A08/IN/02	Sottoprodotti della lavorazione agronomica-industriale
A01	A01/OUT/04	Grigliato fagiolo	A10	A10/IN/01	Matrici organiche non lignificate (repertorio 010 dell'elenco)
A01	A01/OUT/05	Bucce e semi di pomodoro	A04	A04/IN/05	Sottoprodotti della trasformazione di ortaggi vari (condizionamento, sbucciatura, confezionamento, ecc)
A01	A01/OUT/05	Bucce e semi di pomodoro	A08	A08/IN/01	Scarti agro-industriali
A01	A01/OUT/05	Bucce e semi di pomodoro	A08	A08/IN/02	Sottoprodotti della lavorazione agronomica-industriale

Figura 67: Riepilogo dei flussi di output e delle possibili destinazioni per l'azienda A01.
Scheda elaborata in collaborazione con ENEA UTTAMB

Gli output dell'azienda A01 possono entrare nel ciclo produttivo delle aziende indicate nella colonna quattro senza alcuna trasformazione, poiché dalle descrizioni dei materiali si nota come le caratteristiche siano simili e rispondenti ai requisiti richiesti. Questo non esclude che siano necessarie ulteriori caratterizzazioni degli output e che da queste possano risultare indispensabili delle valorizzazioni.

Azienda A02

Tratto "upstream"			Tratto "downstream"		
Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione OUTPUT	Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT
A02	A02/OUT/01	Farinaccio di grano duro	A04	A04/IN/08	Sottoprodotti della lavorazione dei cereali (farinaccio, farinetta, crusca, tritello, glutine, amido, semi spezzati, ecc)
A02	A02/OUT/01	Farinaccio di grano duro	A07	A07/IN/07	Sottoprodotti provenienti da attività alimentari ed agroindustriali
A02	A02/OUT/02	Cubettato di grano duro	A04	A04/IN/08	Sottoprodotti della lavorazione dei cereali (farinaccio, farinetta, crusca, tritello, glutine, amido, semi spezzati, ecc)
A02	A02/OUT/02	Cubettato di grano duro	A07	A07/IN/07	Sottoprodotti provenienti da attività alimentari ed agroindustriali

Figura 68: Riepilogo dei flussi di output e delle possibili destinazioni per l'azienda A02.
Scheda elaborata in collaborazione con ENEA UTTAMB

Anche in questo caso potrebbero non essere necessarie trasformazioni dei flussi, in quanto le descrizioni tra output e input sembrano coincidere.

Azienda A03

Tratto “upstream”			Tratto “downstream”		
Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione OUTPUT	Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/01	Sottoprodotti della trasformazione del pomodoro (buccette , bacche fuori misura, ecc.)
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/02	Sottoprodotti della trasformazione delle olive (sanse, sanse di oliva disoleata, acque di vegetazione)
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/03	Sottoprodotti della trasformazione dell'uva (vinacce, graspi, ecc)
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/04	Sottoprodotti della trasformazione della frutta (condizionamento, sbucciatura, detorsolatura, pastazzo di agrumi, spremitura di pere, mele, pesche, noccioli, gusci, ecc)

A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/05	Sottoprodotti della trasformazione di ortaggi vari (condizionamento, sbucciatura, confezionamento, ecc)
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/06	Sottoprodotti della trasformazione delle barbabietole da zucchero (borlande, melasso, polpe di bietola esauste essiccate, suppressate fresche, suppressate insilate, ecc)
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/07	Sottoprodotti derivati dalla lavorazione del risone (farinaccio, pula, lolla, ecc)
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/08	Sottoprodotti della lavorazione dei cereali (farinaccio, farinetta, crusca, tritello, glutine, amido, semi spezzati, ecc)

A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A04	A04/IN/09	Sottoprodotti della lavorazione di frutti e semi oleosi (pannelli di germe di granoturco, lino, vinacciolo, ecc)
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A05	A05/IN/13	Fibre di miscanto e fibre di esparto/erba alfa da scarti o da riciclo
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A05	A05/IN/14	Fibre da canna da zucchero
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A05	A05/IN/20	Fibre o farine da bucce/parti essicate di verdure o frutta
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A05	A05/IN/23	Fibre vegetali da stralci in genere

A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A07	A07/IN/06	Sottoprodotti provenienti da attività agricola, di allevamento, dalla gestione del verde e da attività forestale
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A07	A07/IN/07	Sottoprodotti provenienti da attività alimentari ed agroindustriali
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A08	A08/IN/01	Scarti agro-industriali
A03	A03/OUT/03	Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti	A08	A08/IN/02	Sottoprodotti della lavorazione agronomica-industriale

La descrizione dell'output fornita da A03 è stata nel complesso poco precisa, anche in ragione della numerosità degli output trattati dall'azienda e inseriti nella scheda. Per questo motivo si è deciso di individuare dei possibili input "generici"; bisogna però specificare che le sinergie eventualmente individuate non potranno essere messe in pratica se non specificando meglio quello che si intende con la descrizione data del sottoprodotto. In altre parole, le sinergie proposte quindi sono di natura teorica: solo attraverso un'analisi del materiale si potrà indicare se è realizzabile un trasferimento del flusso con o senza valorizzazione.

Tratto “upstream”			Tratto “downstream”		
Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione OUTPUT	Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT
A03	A03/OUT/04	Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili	A05	A05/IN/09	Fibre di legno da scarti o da riciclo
A03	A03/OUT/04	Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili	A05	A05/IN/12	Fibre di bamboo da scarti o da riciclo

Per queste due sinergie, il prodotto uscente sembra avere le caratteristiche richieste dall’azienda che riceverebbe il sottoprodotto. L’unica trasformazione da prevedere è una riduzione di dimensioni fino ad arrivare a quelle peculiari della fibra.

Tratto “upstream”			Tratto “downstream”		
Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione OUTPUT	Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT
A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/04	Fibre tessili da riciclo
A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/05	Fibre di lana da scarti o riciclo
A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/06	Fibre di canapa e kenaf da scarti o da riciclo
A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/07	Fibre di rattan, ramie, rafia, kapok da scarti o da riciclo
A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/08	Fibre di iuta da scarti o da riciclo

A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/10	Farine di canapa da scarti o da riciclo
A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/11	Fibre cellulosiche da scarti o da riciclo
A03	A03/OUT/16	Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti)	A05	A05/IN/15	Fibre di lino da scarti o da riciclo

Per queste sinergie sono da verificare le caratteristiche dell'output: nel caso rispondessero ai requisiti connessi a uno dei diversi input proposti, sarebbe però necessaria una lavorazione per far sì che il materiale si presenti nelle dimensioni richieste, ossia in fibre.

Tratto "upstream"			Tratto "downstream"		
Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione OUTPUT	Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT
A03	A03/OUT/21	Rifiuti urbani (rifiuti domestici e assimilabili prodotti da attività commerciali e industriali nonché dalle istituzioni) inclusi i rifiuti della raccolta differenziata	A07	A07/IN/08	Sottoprodotti provenienti da attività industriali

Figura 69 (da 6 pagg. precedenti): Riepilogo dei flussi di output e delle possibili destinazioni per l'azienda A03. Scheda realizzata in collaborazione con ENEA UTAMB

Anche nel caso di quest'ultima sinergia, sia l'output che l'input sono stati definiti in maniera molto generica, quindi non è possibile prevedere una trasformazione o un trasferimento della risorsa se non con un'opportuna integrazione di informazioni da parte di entrambe le aziende coinvolte. L'unica previsione che può essere fatta sulla base delle informazioni a disposizione è che l'azienda A03 probabilmente ha dei sottoprodotti che potrebbero essere genericamente interessanti per l'azienda A07.

Azienda A05

Tratto "upstream"			Tratto "downstream"		
Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione OUTPUT	Codice azienda	Codice risorsa	Descrizione INPUT
A05	A05/OUT/06	Imballaggi in carta recuperabili	A02	A02/IN/09	Cartoncino teso
A05	A05/OUT/07	Imballaggi in plastica recuperabili	A02	A02/IN/01	Polipropilene
A05	A05/OUT/07	Imballaggi in plastica recuperabili	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)

Figura 70: Riepilogo dei flussi di output e delle possibili destinazioni per l'azienda A05.
Scheda realizzata in collaborazione con ENEA UTTAMB

Per la chiusura dei cicli relativi a questi ultimi tre output c'è sicuramente bisogno di una trasformazione: nei primi due casi potrebbe trattarsi di una selezione dei materiali e un processo di sminuzzamento, finalizzato a ottenere le dimensioni richieste.

Nel terzo caso sarà sicuramente necessaria una riduzione delle dimensioni fino ad arrivare a ottenere dei granuli, oltre a una selezione del tipo di plastica. Potrebbe essere richiesta anche una trasformazione più spinta del materiale.

5.6. Riepilogo, legenda e schematizzazione dei risultati

Come descritto nei paragrafi precedenti, l'attività realizzata è consistita nelle seguenti fasi:

- Raccolta dei dati relativi alle aziende (flussi di output e di input, settori produttivi).
- Codifica dei dati per ragioni di privacy.
- Trasmissione dei dati ai laboratori per individuare possibili sinergie e processi di valorizzazione.
- Raccolta delle risposte da parte dei laboratori e analisi delle possibili sinergie.

In questa fase si è proceduto a raccogliere tutte le informazioni relative alle possibili sinergie: sono stati identificati dei flussi, corrispondenti alle strade percorribili dalle risorse, individuati grazie alla collaborazione dei Laboratori (LEAP, CiriAgro, CiriEna, Siteia Parma e Cipack), con il coordinamento scientifico realizzato da ENEA e Aster.

Sono stati individuati 8 flussi principali, che raccolgono al loro interno le singole tipologie di sottoprodotti proposte dalle aziende:

- Scarti agro-alimentari;
- Fanghi;
- Imballaggi;
- Rifiuti da costruzione e demolizione;
- Scarti tessili;
- Rifiuti dalla raffinazione del petrolio e purificazione del gas naturale;
- Rifiuti della lavorazione del legno;
- Digestato.

Come riportato in precedenza, alcune sinergie richiedono un processo intermedio di valorizzazione della risorsa nel passaggio da azienda upstream ad azienda downstream, in altre sinergie invece si può ipotizzare un recupero diretto, con il trasferimento diretto dall'azienda fornitrice all'azienda ricevente.

Nel riepilogare le informazioni, sono stati previsti dei percorsi che prevedano come destinazione finale una o più delle aziende partecipanti all'esercizio, ma anche delle possibili destinazioni generiche, descritte solamente da un codice ATECO, individuando cioè un generico settore economico / produttivo. Questa scelta ha permesso di lasciare aperte più strade per la valorizzazione dei sottoprodotti anche al di fuori del bacino di imprese direttamente coinvolte in questa attività pilota: sulla base di queste informazioni,

infatti, potrebbero essere coinvolte in futuro altre aziende, oppure potrebbe esserci la possibilità di individuare altre sinergie con le aziende partecipanti a prescindere dai dati ottenuti.

Definite queste macro-categorie di flussi, al loro interno è possibile individuare dei flussi specifici che individuano gruppi di sinergie, identificati in base alla finalità o al tipo di recupero di materiale previsto.

In Figura 71 è riportato uno schema riassuntivo dei flussi di simbiosi complessivamente individuati, sulla base dei dati forniti dalle 10 aziende partecipanti, dai laboratori, da ENEA e da Aster.

Nei blocchi di testa sono individuati i flussi principali, in quelli sottostanti i flussi specifici.

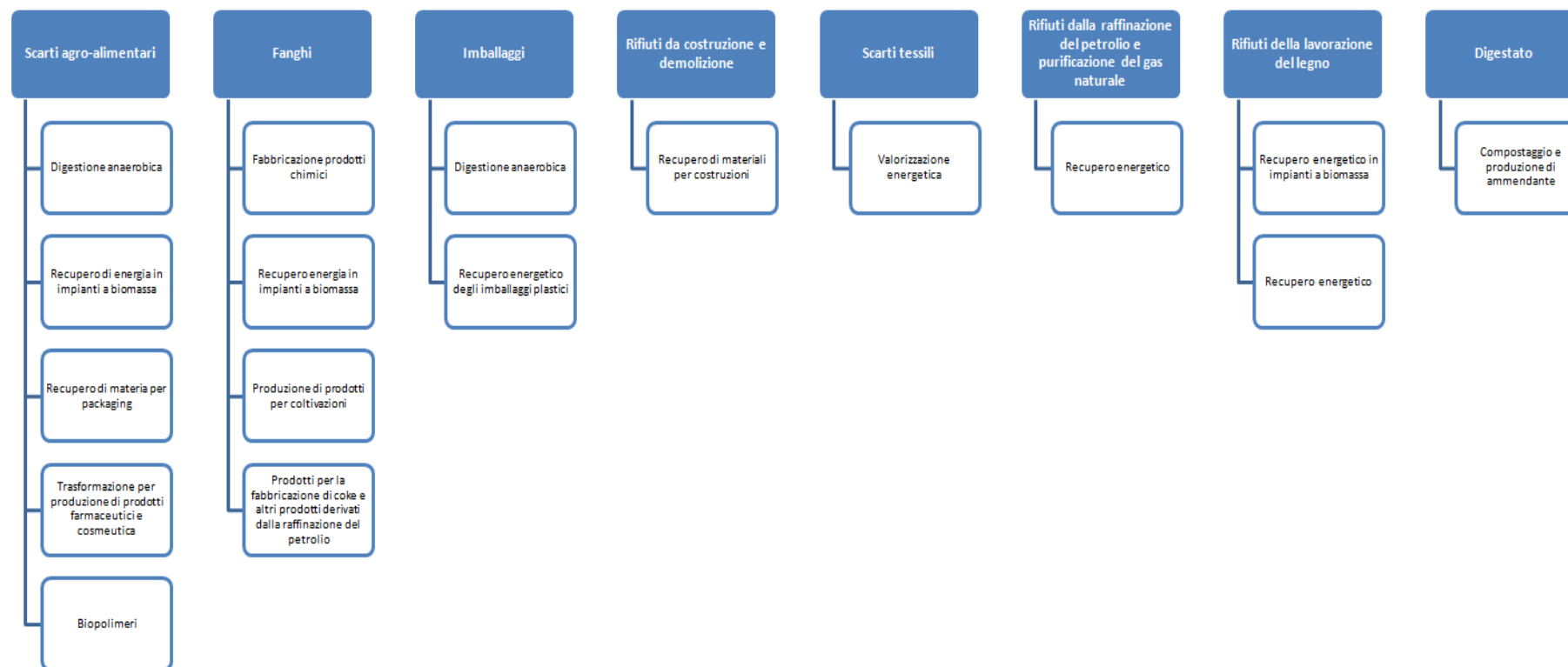


Figura 71: Riepilogo dei flussi principali individuati e dei relativi “sotto-flussi”, individuati in seguito alla raccolta dati dalle aziende, con la collaborazione dei laboratori e il coordinamento di ENEA e Aster

In una fase successiva, i flussi sono stati caratterizzati da colori diversi al fine di poter schematizzare i risultati.

Per rappresentare tali risultati, sono stati rappresentati graficamente i flussi principali (non i singoli output e input specifici), al fine di rendere più chiare le potenziali sinergie e la rappresentazione complessiva.

Sempre per ragioni di privacy, i risultati sono stati presentati utilizzando i codici delle risorse, delle aziende e dei laboratori, indicando solo i flussi e le transizioni tra le diverse imprese. Anche nel caso dei laboratori sono stati anche assegnati dei colori ai vari enti, al fine di rendere immediato il riconoscimento dei contributi dati dai diversi istituti di ricerca.

Di seguito è riportata una legenda descrittiva dei colori utilizzati e dei codici assegnati ai diversi partecipanti (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, *Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector*”, 2015).

Legenda Laboratori



Lab 1: Laboratorio Energia Ambiente Piacenza (LEAP)



Lab 2: Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare (CIRI Agro)



Lab 3: Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Energia Ambiente (CIRI ENA)

Legenda Aziende



A01: A.R.P. (Agricultori Riuniti Piacentini) Soc. Agr. Coop.



A02: Barilla G. e R. F.lli S.p.A.



A03: COOP Formula Ambiente Soc. Coop.



A04: OPOE Cons. Coop. Agr. P.A.



A05: Softer S.p.A.




A06: Coopbox Group S.p.A.




A07: Irci S.p.A.

 A08: Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare (CIRI Agro)
– Centro per l’innovazione dei Rifiuti Alimentari (FOODWin)

 A09: C.G.M. S.p.A.

 A10: Schmack Biogas S.r.l.


Linee

 Linea fanghi


 Biopolimeri

 Imballaggi


 Digestato / biochar

 Scarti agro-alimentari

 Scarti tessili

 Rifiuti della lavorazione del legno

 Rifiuti da costruzione e demolizione

 Rifiuti della lavorazione del petrolio, purificazione del gas naturale e trattamento pirolitico del carbone

~ Processo di trasformazione / valorizzazione del flusso

Quest’ultimo simbolo è inserito in quei flussi che richiedono un passaggio intermedio tra l’azienda che fornisce l’output e l’azienda che potrebbe riceverli come input: questo può avvenire in un impianto che possa operare la trasformazione opportuna al fine dell’immissione all’interno di un nuovo ciclo produttivo.

In Figura 72 si riporta lo schema generale riepilogativo dei flussi di simbiosi individuati tra le aziende partecipanti, grazie all’elaborazione dei dati realizzata dai laboratori, con il coordinamento di ENEA UTTAMB e Aster.

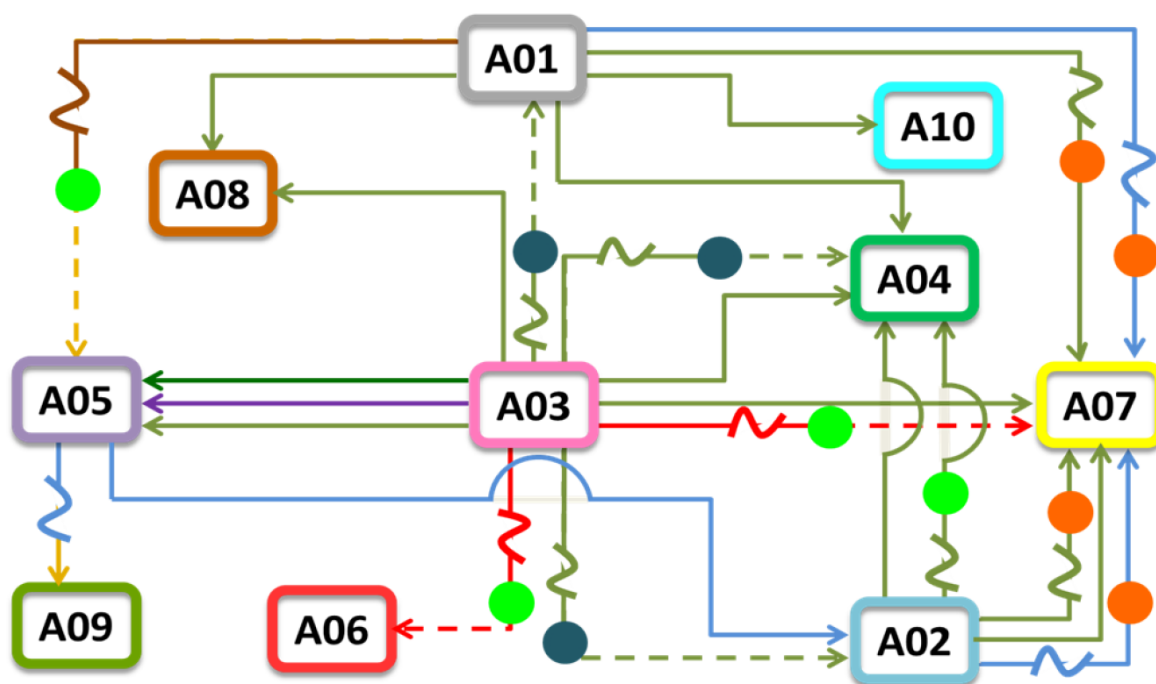


Figura 72: Schema generale dei flussi di simbiosi individuati sulla base dei dati forniti dalle aziende e dai laboratori, prima dell'esercizio di simbiosi. Elaborazione di ENEA con il supporto di Aster (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015)

I cerchi colorati, come indicato nella legenda, rappresentano i laboratori e i percorsi che li attraversano sono relativi alle soluzioni trovate da loro; le altre frecce, che non prevedono il passaggio intermedio attraverso dei laboratori, indicano le sinergie trovate da ENEA e da Aster.

Le linee tratteggiate rappresentano invece le possibili sinergie trovate in base alle indicazioni generiche connesse ai codici ATECO: sono cioè state trovate delle possibili connessioni anche se nei dati forniti dalle aziende non era stata specificato quel potenziale nesso.

Nel corso dell'esercizio di simbiosi, durante il quale sono state proposte alle aziende le soluzioni individuate per la valorizzazione dei loro sottoprodotti, si è pensato di inserire anche questi percorsi "aggiuntivi", al fine di verificare la disponibilità dei partecipanti ad accettare o meno la risorsa proposta.

Grazie all'integrazione delle soluzioni fornite dai laboratori, da ENEA, Aster e ai percorsi generici connessi al codice ATECO, è stato possibile individuare almeno una sinergia per ognuna delle aziende partecipanti. Questo significa anche che il processo di raccolta dei dati e la risposta da parte di aziende e laboratori sono risultati efficaci.

In Figura 73 si propone lo schema riassuntivo, elaborato da ENEA con la collaborazione di Aster, delle potenziali sinergie individuate sulla base dei codici ATECO dei possibili settori di utilizzo produttivo dei sottoprodotti valorizzati.

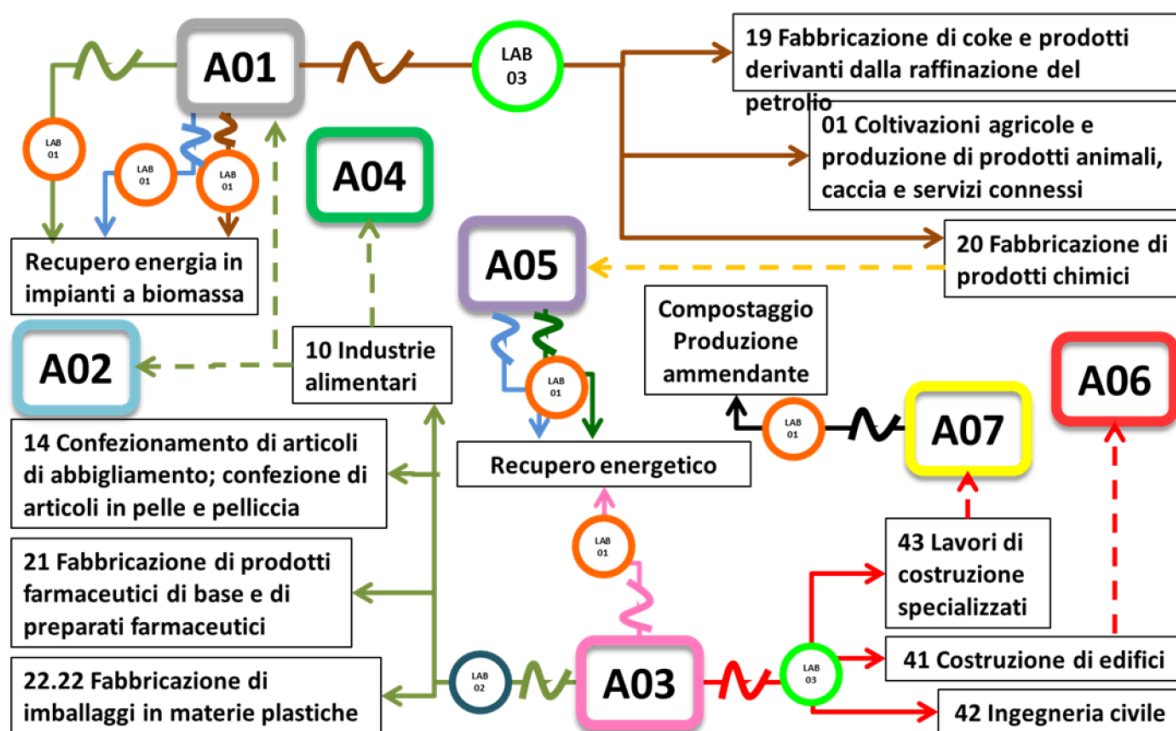


Figura 73: Schema riassuntivo delle sinergie individuate sulla base dei codici ATECO. Elaborazione realizzata in collaborazione con ENEA (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, 2015)

In questo schema, quindi, sono evidenziate delle proposte di potenziali destinazioni dei sottoprodotti non solo nelle aziende partecipanti all’attività pilota, ma anche verso generici settori produttivi. Sulla base di queste indicazioni, i sottoprodotti potrebbero quindi essere sfruttati anche da altre aziende locali interessate a quel tipo di recupero, da coinvolgere in una successiva fase di attività.

Un esempio potrebbe venire dalla produzione di ammendante o compost dagli output dell’azienda A07, che potrebbe interessare delle cooperative agricole, che in Emilia-Romagna sono molto numerose.

Questi schemi hanno quindi rappresentato il punto di partenza per la successiva fase di preparazione dell’esercizio di simbiosi, nel corso del quale le sinergie sono state proposte alle aziende, con l’obiettivo di farle valutare e raccogliere eventuali manifestazioni di interesse. Inoltre, grazie anche al loro contributo, ne sono state individuate di ulteriori.

5.7. Preparazione dell'esercizio di simbiosi

Nell'ottica di presentare i risultati raccolti nelle fasi precedenti del progetto, e di organizzare un "esercizio di simbiosi" efficace, si è cercato di lavorare su tre aspetti fondamentali:

- Chiarezza: il tema era nuovo e in quanto tale andava illustrato nella maniera più semplice possibile alle aziende.
- Privacy: come riportato in precedenza, le aziende non vogliono comunicare i dati relativi ai loro flussi di rifiuti o sottoprodotti. Per questa ragione, è stato necessario trattare i dati "codificando" le informazioni sensibili.
- Partecipazione: era necessario mantenere alta la risposta da parte delle aziende partecipanti.

Per la chiarezza dei risultati si è lavorato utilizzando la schematizzazione delle informazioni definita in precedenza, con l'aiuto di colori diversi per i flussi e forme specifiche per i differenti attori del processo. La "grammatica" simbolica utilizzata è stata semplice: rettangoli per le aziende (identificate da diversi colori), cerchi per i laboratori, frecce per i flussi (tratteggiate quelle che indicano flussi ipotetici), una tilde sulle frecce per indicare i flussi che richiedono delle trasformazioni intermedie.

Per il rispetto della privacy si è continuato a usare lo stesso metodo dei codici, già utilizzato per l'invio dei dati ai laboratori. Nel corso dell'esercizio di simbiosi sono poi state consegnate ai partecipanti delle etichette con l'indicazione del codice corrispondente all'azienda o al laboratorio di appartenenza.

La problematica più pressante è stata quella di realizzare del materiale che favorisse la partecipazione dei presenti all'esercizio, dando delle risposte diverse a seconda dei ruoli rivestiti. Ai laboratori si è chiesto infatti di controllare i risultati elaborati fino a questo punto, in modo da convalidare le soluzioni individuate nel processo di sintesi dei dati. Alle aziende è stato invece chiesto di dare la propria disponibilità (o segnalare l'indisponibilità) ad accettare le sinergie proposte. A tal fine sono stati elaborati degli schemi, in cui ogni azienda poteva indicare il proprio interesse per i flussi di simbiosi proposti.

In Figura 74, Figura 75, Figura 76 e Figura 77 sono riportati alcuni esempi di schemi, elaborati da ENEA con la collaborazione di Aster, forniti alle aziende. Le schede riassuntive sono costituite individuando nella colonna di sinistra gli output che l'azienda ha

segnalato e che sono stati selezionati per realizzare delle sinergie; nelle colonne successive sono indicate le aziende che potrebbero ricevere la risorsa come input.

In Figura 74, ad esempio, un output dell'azienda A01 (il cui codice, secondo le definizioni date precedentemente, è A01/OUT/01), potrebbe diventare un possibile input per l'azienda A05: le trasformazioni possibili individuate sono due, e determinano la possibilità di ottenere due possibili input, codificati come A05/IN/01 o A05/IN/02. La presenza di un processo di trasformazione è segnalata dalla tilde inserita nella freccia, mentre il cerchio colorato indica quale laboratorio ha proposto la sinergia. Le frecce e i colori dei codici riassumono il flusso della sinergia proposta.

Questi schemi sono stati consegnati alle aziende insieme alla legenda dei codici relativi alla propria azienda, in modo che ognuno potesse individuare la tipologia di input per cui veniva richiesta la disponibilità ad accettare il materiale. È stato chiesto alle aziende di esprimere tale disponibilità (sempre di natura preliminare e non impegnativa) segnando la voce "sì" nella relativa casella.

A01/OUT	A04/IN	A05/IN	A07/IN	A08/IN	A10/IN
A01/OUT/01 		A05/IN/01  si no 			
		A05/IN/02  si no 			
A01/OUT/02 	A04/IN/01 si no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01 si no	A10/IN/01 si no
				A08/IN/02 si no	
A01/OUT/03 	A04/IN/05 si no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01 si no	A10/IN/01 si no
				A08/IN/02 si no	
A01/OUT/04 	A04/IN/05 si no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01 si no	A10/IN/01 si no
				A08/IN/02 si no	
A01/OUT/05 	A04/IN/01 si no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01 si no	
				A08/IN/02 si no	
A01/OUT/06 			A07/IN/08  si no 		
A01/OUT/07 			A07/IN/08  si no 		
A01/OUT/08 			A07/IN/08  si no 		

Figura 74: Schema riassuntivo delle sinergie proposte all'azienda A01, sulla base degli output messi a disposizione, definiti come input nelle aziende A04, A05, A07, A08 e A10. Elaborazione ENEA con la collaborazione di Aster (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015)

A02/OUT	A04/IN	A07/IN
A02/OUT/01 	A04/IN/08 si no	A07/IN/07  si no 
		A07/IN/07 si no
A02/OUT/02 	A04/IN/08 si no	A07/IN/07 si no
	 si no 	 si no 

Figura 75: Schema riassuntivo delle sinergie proposte all'azienda A02, sulla base degli output messi a disposizione, definiti come input nelle aziende A04 e A07. Elaborazione ENEA con la collaborazione di Aster (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015)

A03/OUT	A04/IN	A05/IN	A07/IN	A08/IN
A03/OUT/03 →	A04/IN/01 si no	A05/IN/13 si no	A07/IN/06 si no	A08/IN/01 si no
	A04/IN/02 si no	A05/IN/14 si no	A07/IN/07 si no	A08/IN/02 si no
	A04/IN/03 si no	A05/IN/20 si no		
	A04/IN/04 si no	A05/IN/23 si no		
	A04/IN/05 si no			
	A04/IN/06 si no			
	A04/IN/07 si no			
	A04/IN/08 si no			
	A04/IN/09 si no			
A03/OUT/04 →		A05/IN/09 si no		
		A05/IN/12 si no		
A03/OUT/16 →		A05/IN/04 si no		
		A05/IN/05 si no		
		A05/IN/06 si no		
		A05/IN/07 si no		
		A05/IN/08 si no		
		A05/IN/10 si no		
		A05/IN/11 si no		
		A05/IN/15 si no		

Figura 76: Schema riassuntivo delle sinergie proposte all'azienda A03, sulla base degli output messi a disposizione, definiti come input nelle aziende A04, A05, A07 e A08. Elaborazione ENEA con la collaborazione di Aster (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015)


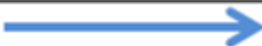


A05/OUT	A02/IN	A09/IN
A05/OUT/06 	A02/IN/02 si no	
 A05/OUT/07	A02/IN/01 si no	
		A09/IN/01  si no

Figura 77: Schema riassuntivo delle sinergie proposte all'azienda A05, sulla base degli output messi a disposizione, definiti come input nelle aziende A02 e A09. Elaborazione ENEA con la collaborazione di Aster (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015)

In Figura 78, invece, sono stati indicati gli output per cui sono state proposte diverse destinazioni. Per alcune di queste proposte è stata ipotizzata la destinazione in alcune delle aziende partecipanti, per altre invece è stato individuato un generico settore produttivo (definito dal codice ATECO) come possibile destinazione. Anche in questo caso è stata richiesta la disponibilità delle aziende ad accettare il materiale, in base al fatto che è stato previsto un utilizzo con caratteristiche simili a quelle dell'azienda destinataria. Ad esempio, l'output A01/OUT/01 potrebbe essere genericamente riutilizzato in aziende con codice ATECO 01 (Coltivazioni agricole e produzione di prodotti animali, caccia e servizi connessi), 19 (Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio) o 20 (Fabbricazione di prodotti chimici). Poiché A05 ha indicato nella scheda anagrafica come codice ATECO il 20.16.0 (Fabbricazione di materie plastiche in forme primarie), è stato chiesto ad A05 se fosse interessata a questo tipo di output.

Lo scopo di questa attività è consistito nel coinvolgere le varie parti in causa (aziende e laboratori) per avere conferma dei risultati elaborati e proposti, raccogliere opinioni e avere un'adesione più alta possibile all'accettazione delle risorse.






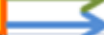





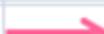



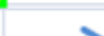



OUTPUT	POSSIBILE DESTINAZIONE		FLUSSI	INTERESSE AZIENDE	
A01/OUT	RECUPERO ENERGIA IN IMPIANTI A BIOMASSA			SI	NO
	DIGESTIONE ANAEROBICA	A07		SI	NO
A01/OUT/01	AZIENDE CODICE ATECO 01: Coltivazioni agricole e produzione dei prodotti animali, caccia e servizi connessi			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 19: Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 20: Fabbricazione di prodotti chimici	A05		SI	NO
A02/OUT	DIGESTIONE ANAEROBICA	A07		SI	NO
A03/OUT/03		A01		SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 10: Industrie alimentari	A02		SI	NO
		A04		SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 14: Confezionamento di articoli di abbigliamento; confezione di articoli in pelle e pelliccia			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 21: Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 22.22: Fabbricazione di imballaggi in materie plastiche			SI	NO
A03/OUT/06	RECUPERO ENERGETICO A MEZZO COMBUSTIONE			SI	NO
A03/OUT/14				SI	NO
A03/OUT/18	AZIENDE CODICE ATECO 41: Costruzione di edifici	A06		SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 42: Ingegneria civile			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 43: Lavori di costruzione specializzati	A07		SI	NO
A05/OUT	RECUPERO ENERGETICO			SI	NO
A07/OUT/01	COMPOSTAGGIO/ PRODUZIONE AMMENDANTE			SI	NO

Figura 78: Schema riassuntivo di output per i quali sono state proposte diverse destinazioni possibili. Elaborazione ENEA con la collaborazione di Aster (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, 2015)

5.8. Presentazione dei risultati ed “Esercizio di simbiosi”

L'ultimo passaggio di questa parte di attività sperimentale è consistito nel mettere a sistema gli “attori” precedentemente coinvolti (aziende e laboratori) e le eventuali tecnologie per la valorizzazione dei sottoprodotti (ulteriormente specificate in seguito alla fase di visite ai laboratori), al fine di chiudere i cicli produttivi, individuando dei possibili percorsi di riuso dei sottoprodotti e dei residui delle aziende partecipanti a questa attività pilota.

L'obiettivo non quantitativo di questa attività finale è consistito nel far comprendere alle aziende le potenzialità e i vantaggi connessi alla modifica del proprio approccio ai sistemi produttivi: da quello convenzionale “lineare”, a quello “circolare” (Figura 79), in cui rifiuti e sottoprodotti da costo possono diventare una risorsa.

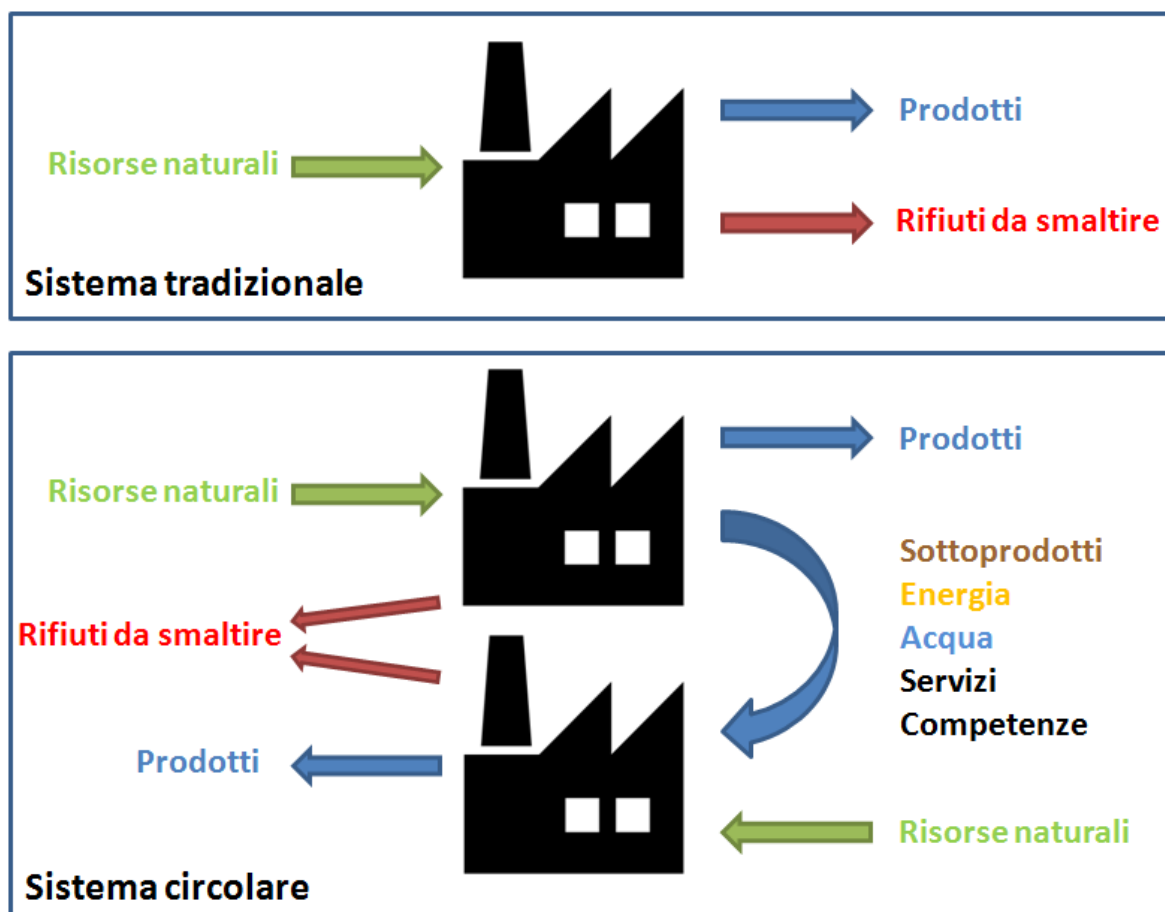


Figura 79: Elaborazione grafica utilizzata per presentare ai partecipanti all'attività sperimentale il passaggio a differenti approcci produttivi, da “Sistema tradizionale” (lineare) a “Sistema circolare”

Macro obiettivi dell'esercizio di Simbiosi Industriale e di chiusura dei cicli produttivi

L'iniziativa è stata realizzata al fine di:

- Promuovere vantaggi competitivi tra le imprese partecipanti all'attività pilota, attraverso lo scambio di materia, energia, acqua e/o sottoprodotti, identificando nuove soluzioni tecnologiche e sinergie tra gli attori coinvolti, in un'ottica business oriented.
- Riutilizzare prodotti: s'intende lo scambio, tra due o più imprese, di materiali specifici da sfruttare come sostituti di prodotti commerciali o materie prime.
- Condividere –eventualmente- infrastrutture e utilities: uso e gestione di un pool comune di risorse energetiche, acqua e reflui. Questo obiettivo non è stato poi perseguito, in quanto le imprese partecipanti non hanno manifestato interesse a questa tematica.
- Fornire congiuntamente servizi: soddisfacimento comune delle esigenze delle imprese per le attività ausiliarie (quali i dispositivi e la sicurezza antincendio, il trasporto e la fornitura degli alimenti, ecc.). Questo obiettivo non è stato poi perseguito, in quanto le imprese partecipanti non hanno manifestato interesse a questa tematica.
- Diffondere la conoscenza della tematica della simbiosi e della sua potenziale efficacia in un complesso industriale e territoriale assolutamente nuovo.
- Costituire un embrione di una rete di scambio che in futuro potrebbe estendersi.
- Favorire nuove collaborazioni, incontri o business.

Organizzazione

L'iniziativa di simbiosi è stata sviluppata coinvolgendo il gruppo di lavoro precedentemente definito, con l'obiettivo di costituire reti di scambio in cui il sottoprodotto di un'azienda funge da materia prima per un'altra azienda del bacino pilota o per una generica impresa potenzialmente interessata (quelle afferenti ai settori produttivi di possibile destinazione, individuati dai codici ATECO selezionati nella fase precedente).

L'esercizio di simbiosi si è sviluppato con la presentazione ad aziende e laboratori delle potenziali filiere individuate nel corso della fase precedente. In una seconda fase, è stato chiesto alle aziende di manifestare il proprio interesse nel dare seguito pratico a queste interazioni potenziali.

L'organizzazione ha previsto anche la consegna di cartellini distintivi per aziende e laboratori, con i codici utilizzati nella preparazione dei risultati e i corrispondenti nomi delle società partecipanti.

I presenti all'esercizio di simbiosi sono riportati in Figura 80 con la specifica del ruolo rivestito: si sottolinea ancora una volta la scelta del CIRI Agroalimentare di figurare sia come laboratorio che come azienda, essendo infatti interessato a ricevere flussi di materie prime seconde in ingresso ai propri processi.

Nome	Azienda	Laboratorio	Istituzione
Barilla	X		
Coopbox	X		
Irci	X		
OPOE	X		
Softer	X		
CIRI Agro	X	X	
CIRI ENA		X	
CRPA		X	
LEAP		X	
Siteia.Parma		X	
Ervet			X

Figura 80: Partecipanti all'esercizio di Simbiosi Industriale

Va segnalato che IRCI ha partecipato all'attività anche a nome di Schmack e ha compilato a suo nome le schede dei risultati. Sono mancate all'appello 3 società partecipanti al progetto: ARP, Formula Ambiente e CGM, giustificate da impegni improrogabili ma interessate a ricevere i risultati ottenuti. Nel caso del Ciri Agroalimentare, che ha partecipato non solo come laboratorio, ma anche come azienda interessata a ricevere dei sottoprodotti per le proprie attività di ricerca, non sono stati indicati quantitativi, perché questi sono legati al tipo di ricerca e agli investimenti ottenuti per il progetto in corso.

Nel corso dell'esercizio sono stati presentati i risultati in una forma che potesse risultare il più chiara possibile anche ai non addetti ai lavori e sono stati indicati i flussi individuati in

base ai dati raccolti, spiegando la simbologia utilizzata negli schemi. Per ogni azienda sono stati indicati i flussi entranti e quelli uscenti.

Schemi forniti alle aziende

In Figura 81 è riportato un esempio di schema (relativo all'azienda A01, A.R.P.) in cui sono stati riassunti gli output dell'azienda, le relative trasformazioni proposte, i laboratori che possono contribuire ai processi di valorizzazione e le possibili destinazioni dei flussi.

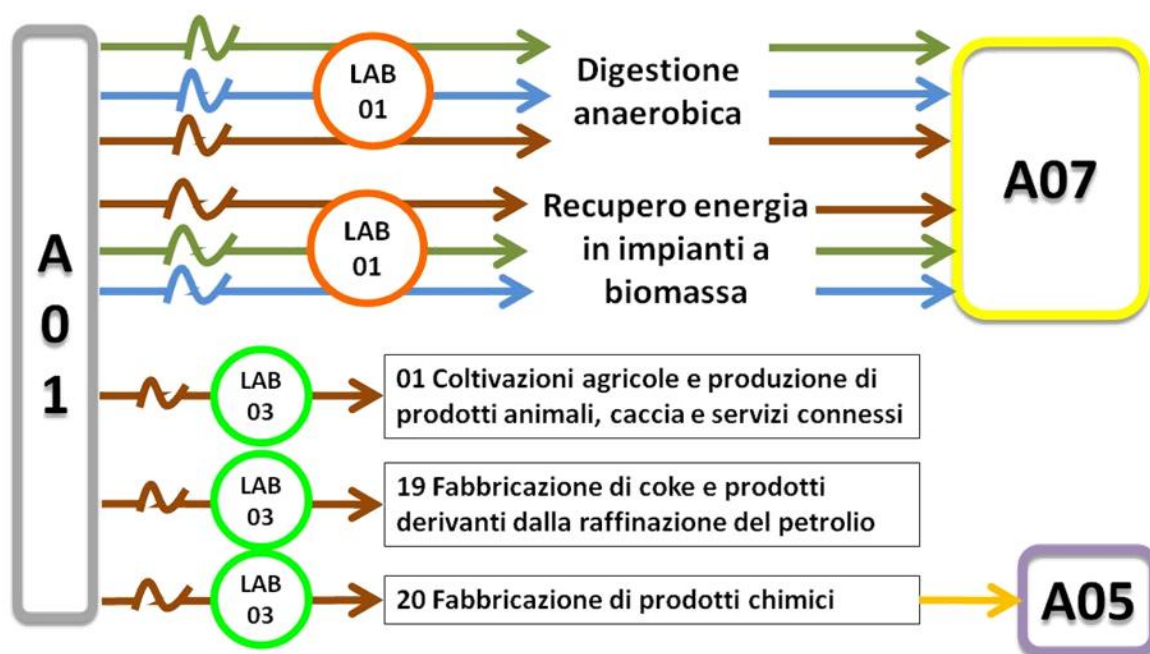


Figura 81: Schema dei possibili percorsi di simbiosi proposti all'azienda A01, con le relative destinazioni. Elaborazione ENEA con la collaborazione di Aster (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, *Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector*, 2015)

I flussi, come nelle rappresentazioni precedenti, sono stati indicati mediante l'uso di frecce colorate: ogni colore rappresenta una tipologia diversa di sottoprodotto, secondo la codifica definita precedentemente.

Le aziende sono state indicate con dei rettangoli: nel caso rappresentato in Figura 81, l'azienda presa in considerazione è la A01; poiché schemi di questo tipo sono stati forniti a tutte le aziende che hanno messo a disposizione degli output, il riquadro dell'azienda presa in considerazione volta per volta è stato rappresentato di dimensioni maggiori rispetto agli altri.

I cerchi colorati rappresentano i laboratori che hanno proposto le sinergie. Nei riquadri neri sono segnalati i codici ATECO delle aziende che potrebbero ricevere una determinata risorsa. Le frecce tratteggiate rappresentano le sinergie proposte da ENEA in base ai codici ATECO o alle descrizioni delle risorse impegnate nella sinergie e che sono state riconosciute in base ai dati che si sono ricevuti dalle aziende.

Non sono quindi dei trasferimenti certi, ma molto probabili: spetta alle aziende accettare o meno quella potenziale sinergia.

Le scritte in grassetto definiscono altre possibili destinazioni che non prevedono un interesse diretto delle aziende partecipanti, ma permettono di individuare un insieme di imprese che potrebbero essere interessate a quel tipo di sottoprodotto.

La tilde indica una trasformazione necessaria perché il materiale in output possa diventare una risorsa in input nel nuovo ciclo produttivo. Questi processi di valorizzazione sono quelli indicati in maniera specifica dai laboratori, e possono essere di tipo chimico, fisico o meccanico; le altre trasformazioni proposte, invece, prevedono solitamente un semplice cambio di dimensioni, quindi trattamenti principalmente di tipo meccanico.

Le sinergie che richiedono delle trasformazioni intermedie, quindi, presentano un passaggio ulteriore, relativo al transito delle risorse presso un impianto di trattamento specifico in base al trasformazione richiesta.

Questo dato aggiunge perciò un ulteriore elemento di cui tenere conto in fase di progettazione di attività di Simbiosi Industriale, in particolar modo dal punto di vista logistico: la presenza di una fase di valorizzazione intermedia, infatti, determina la presenza di una serie di passaggi ulteriori, quali la ricerca di un impianto specifico, il trasporto verso l'impianto di valorizzazione, l'elaborazione di percorsi ottimali, il trasporto verso l'azienda di destinazione.

Nel materiale fornito alle aziende, è stata inserita anche la georeferenziazione delle aziende stesse e dei flussi, in entrata e in uscita, come riportato in Figura 82.



Figura 82: Georeferenziazione delle aziende partecipanti (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, 2015)

In Figura 83 si riporta un esempio di georeferenziazione dei flussi di simbiosi proposti: il caso è quello relativo all’azienda A01.

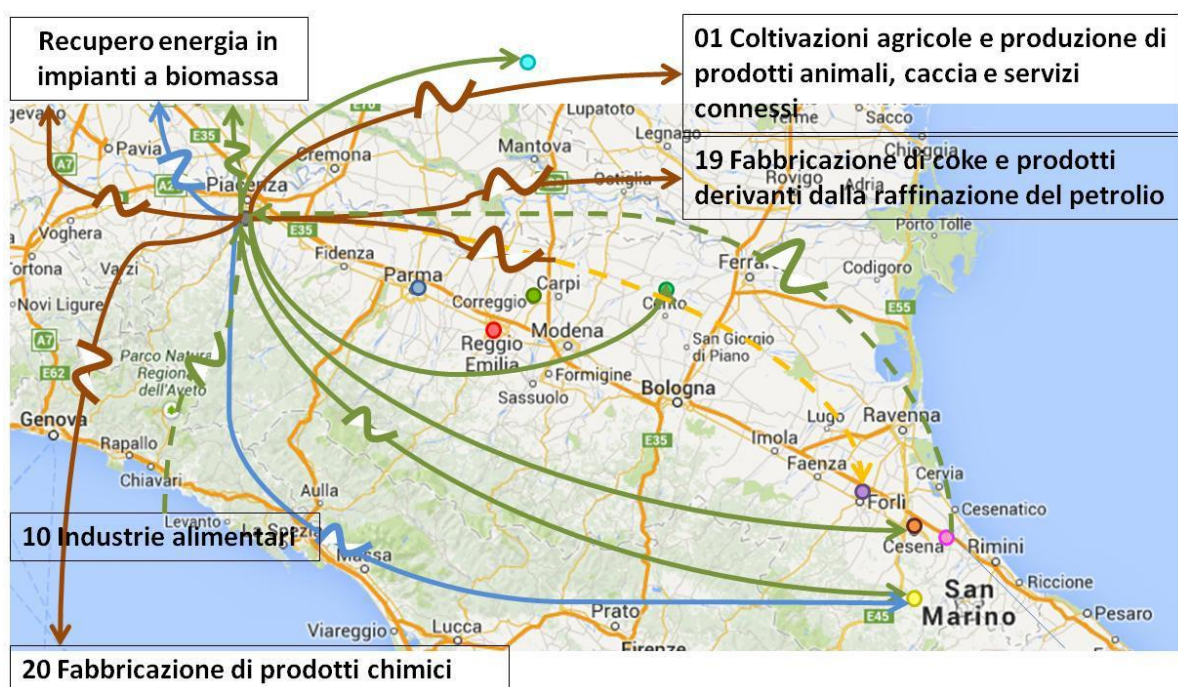


Figura 83: georeferenziazione dell’azienda A01 e dei relativi flussi, con indicazione delle aziende di destinazione o dei settori produttivi generici di potenziale utilizzo, definiti dai codici ATECO (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, 2015)

La simbologia utilizzata anche per la georeferenziazione delle aziende e dei flussi relativi è sempre quella definita in precedenza. All'interno di queste rappresentazioni sono state inserite anche le sinergie non necessariamente dirette alle aziende partecipanti, per sottolineare ancora una volta la possibilità di ricercare anche altre aziende, interessate a questa tipologia di risorse, al di fuori del bacino pilota individuato dal progetto. Aziende di questo tipo potrebbero essere, ad esempio, localizzate in prossimità della società che mette a disposizione i propri flussi di sottoprodotti, in un'ottica di ottimizzazione dei trasporti.

La georeferenziazione dei flussi è molto utile per fornire alle aziende un dato in più che le aiuti a scegliere se accettare o meno una sinergia.

Nel caso di questa attività pilota, il bacino di imprese è circoscritto alla Regione Emilia-Romagna, con una conseguente limitazione delle distanze: in ogni caso è sempre preferibile lavorare in un'ottica di ottimizzazione dei trasporti dei sottoprodotti.

Tale ottimizzazione non è determinata solo da un criterio di prossimità geografica (come dimostra il caso scuola di Kalundborg, dove proprio la limitata area su cui si è sviluppata la simbiosi ha favorito il sorgere di nuovi scambi), ma deve fare riferimento anche ad altri fattori:

- Tipologia di trasporto utilizzato per la risorsa;
- Percorso da realizzare, sulla base del mezzo di trasporto scelto;
- Eventuali processi di valorizzazione intermedia (scelta dell'impianto di valorizzazione e strada da percorrere per raggiungerlo);
- Definizione di un percorso ottimale nel caso in cui sia prevista la ripartizione dei sottoprodotti (valorizzati o meno) presso società differenti.

Nel caso specifico di questa attività pilota non sono stati usati dei programmi di georeferenziazione, ma è stato scelto un approccio di rappresentazione grafica molto semplice: l'obiettivo è stato infatti quello di rendere chiaro alle aziende l'apporto significativo che potrebbe venire in fase decisionale dall'uso di supporti di geo-localizzazione⁵⁶.

Ai partecipanti sono state quindi illustrate le schede di richiesta di disponibilità ad accettare i flussi; a ogni azienda sono state distribuite quelle di propria competenza

⁵⁶ In rete sono disponibili molti programmi GIS con distribuzione gratuita, freeware od open source: se l'installazione risulta in genere molto semplice, meno intuitivi sono la gestione e la programmazione. Per questi motivi sono tipicamente richieste delle competenze specialistiche per poterli utilizzare.

(contenenti l'indicazione dei codici delle proprie risorse), la legenda descrittiva della simbologia utilizzata e lo schema generale, riassuntivo di tutte le sinergie individuate. Nel corso di questo esercizio di simbiosi è stato inoltre chiesto ai laboratori di validare le elaborazioni derivate dalle soluzioni da loro proposte. Al termine di questa fase sono state ritirate le schede, raccolte le indicazioni dei laboratori ed è stato fatto un giro di tavolo tra i partecipanti per raccogliere ulteriori commenti e considerazioni: le problematiche sollevate (in primis dalle aziende) sono state prevalentemente di natura burocratica, amministrativa e normativa.

Va segnalato che la presenza di rappresentanti di Enti e Istituzioni è stata utile proprio al fine di un confronto efficace con il mondo imprenditoriale: la Provincia di Rimini, ad esempio, ha evidenziato la propria disponibilità a partecipare a ulteriori incontri di progetto e a promuovere l'iniziativa soprattutto dal punto di vista della sperimentazione (pur sottolineando la necessità di coinvolgere in questa attività anche i responsabili dei servizi ambientali). La Provincia ha inoltre espresso apprezzamento nei confronti del progetto, in quanto ai fini della programmazione territoriale attività di questo tipo danno contributi molto importanti.

5.9. Elaborazioni dei dati a posteriori dell'Esercizio di simbiosi

Successivamente all'esercizio di simbiosi e alla raccolta dei dati, si è proceduto a ricontattare le aziende partecipanti all'attività per chiedere loro l'eventuale disponibilità al trattamento dei dati: l'obiettivo era poter esplicitare i flussi di risorse e i risultati, senza utilizzare la codifica.

Grazie alle schede compilate durante l'esercizio, alle indicazioni dei laboratori e delle aziende stesse, si è proceduto a correggere i risultati, eliminando le filiere per cui non è stato espresso interesse da parte delle aziende a ricevere le risorse e convalidando invece le sinergie confermate dalle aziende stesse.

Nelle Figure da Figura 84 a Figura 87 sono riportate le schede già presentate nel Paragrafo 5.7, in cui sono state inserite le risposte delle aziende in termini di disponibilità o non disponibilità ad accettare i flussi.

Come si nota in Figura 84, relativa all'azienda A01, in questa scheda l'unico "no" è stato segnato dall'azienda A10 per l'output 04, in quanto – informatosi del tipo di sottoprodotto (grigliato di fagiolo) – non ha ritenuto compatibile questo output messo a disposizione da A01 con l'input di cui aveva segnalato la necessità (matrici organiche non lignificate).

Per le altre sinergie, invece, sono stati espressi pareri positivi.























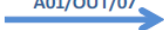

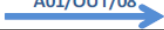

A01/OUT	A04/IN	A05/IN	A07/IN	A08/IN	A10/IN
A01/OUT/01 		A05/IN/01  si no 			
		A05/IN/02  si no 			
A01/OUT/02 	A04/IN/01  no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01  no	A10/IN/01  no
				A08/IN/02  no	
A01/OUT/03 	A04/IN/05  no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01  no	A10/IN/01  no
				A08/IN/02  no	
A01/OUT/04 	A04/IN/05  no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01  no	A10/IN/01 si 
				A08/IN/02  no	
A01/OUT/05 	A04/IN/01  no		A07/IN/07  si no 	A08/IN/01  no	
				A08/IN/02  no	
A01/OUT/06 			A07/IN/08  si no 		
A01/OUT/07 			A07/IN/08  si no 		
A01/OUT/08 			A07/IN/08  si no 		

Figura 84: raccolta delle risposte delle aziende A04, A05, A07, A08 e A10 ad accettare i flussi di sottoprodotti messi a disposizione dall'azienda A01. Scheda elaborata da ENEA con la collaborazione di Aster

In Figura 85 sono riportate le risposte delle aziende cui era stato proposto di ricevere i sottoprodotti dell'azienda A02: come si nota, sia A04 che A07 hanno risposto positivamente.












A02/OUT	A04/IN	A07/IN
A02/OUT/01 	A04/IN/08  no	A07/IN/07  si no 
		A07/IN/07  no
A02/OUT/02 	A04/IN/08  no	A07/IN/07  no
	  no 	 si no 

Figura 85: raccolta delle risposte delle aziende A04 e A07 ad accettare i flussi di sottoprodotti messi a disposizione dall'azienda A02. Scheda elaborata da ENEA con la collaborazione di Aster

La Figura 86 riporta invece le risposte delle aziende ad accettare i flussi di sottoprodotti relativi all'azienda A03. Tutte le imprese coinvolte in queste sinergie, ossia A04, A05, A07 e A08 hanno dato la propria disponibilità a chiudere le simbiosi individuate.

Va però segnalato che, poiché A03 non è stata presente all'esercizio di simbiosi, non è stato neanche possibile integrare le informazioni precedentemente fornite con delle specifiche ulteriori, necessarie alle altre aziende coinvolte nelle simbiosi per approfondire la valutazione. Per questo motivo l'iniziale proposta di una valorizzazione diretta degli output di A03 (che dipenderebbe dalle condizioni in cui questo materiale viene fornito, condizioni non note a causa dell'assenza dell'azienda nel corso dell'esercizio di simbiosi) è stata sostituita con quella di una valorizzazione preliminare, richiesta soprattutto da A05.































A03/OUT	A04/IN	A05/IN	A07/IN	A08/IN
A03/OUT/03 	A04/IN/01  no	A05/IN/13  no	A07/IN/06  no	A08/IN/01  no
	A04/IN/02  no	A05/IN/14  no	A07/IN/07  no	A08/IN/02  no
	A04/IN/03  no	A05/IN/20  no		
	A04/IN/04  no	A05/IN/23  no		
	A04/IN/05  no			
	A04/IN/06  no			
	A04/IN/07  no			
	A04/IN/08  no			
	A04/IN/09  no			
A03/OUT/04 		A05/IN/09  no		
		A05/IN/12  no		
A03/OUT/16 		A05/IN/04  no		
		A05/IN/05  no		
		A05/IN/06  no		
		A05/IN/07  no		
		A05/IN/08  no		
		A05/IN/10  no		
		A05/IN/11  no		
		A05/IN/15  no		

Figura 86: raccolta delle risposte delle aziende A04, A05, A07 e A08 ad accettare i flussi di sottoprodotti messi a disposizione dall'azienda A03. Scheda elaborata da ENEA con la collaborazione di Aster

In Figura 87 sono riportate le risposte delle aziende A02 e A09 ad accettare i flussi di sottoprodotti messi a disposizione dall'azienda A05. Si nota il parere negativo espresso dall'azienda A02 a ricevere l'output 06 di A05 (imballaggi in carta recuperabili), motivato con un interesse generico di A02 nei confronti del materiale, ma non nel riceverlo da altre

aziende, in quanto questo è già prodotto all'interno dell'azienda stessa. Questa proposta di sinergia ha però consentito a Barilla di attivare una riflessione per sviluppare un riciclo interno del materiale, cui l'azienda non aveva finora pensato. L'azienda A09 non era presente all'esercizio di simbiosi, per cui non ha potuto esprimere la propria disponibilità o meno. Successivamente all'esercizio, sono state inviate via mail all'azienda A09 le schede per la raccolta della disponibilità, ma a oggi non è ancora arrivata una risposta al riguardo.





A05/OUT	A02/IN	A09/IN
 A05/OUT/06	A02/IN/02 si <input checked="" type="radio"/> no	
 A05/OUT/07	A02/IN/01 <input checked="" type="radio"/> si no	
		A09/IN/01  si no

Figura 87: raccolta delle risposte delle aziende A02 e A09 ad accettare i flussi di sottoprodotti messi a disposizione dall'azienda A05. Scheda elaborata da ENEA con la collaborazione di Aster

In Figura 88 è riportata la scheda di riepilogo delle disponibilità; questa è stata quella di più difficile lettura da parte delle aziende, motivo per cui sono state ottenute risposte a volte non congruenti.

Si nota la risposta negativa di A02 che non prevede di accettare l'output 03 di A03 (rifiuti prodotti da agricoltura) perché l'azienda già dispone internamente di questo tipo di output e quindi può prevedere un riciclo interno.

Altra risposta negativa è quella di A06 che, essendo una cooperativa, copre diversi settori produttivi e di conseguenza anche diversi codici ATECO. Partecipando a questo progetto, l'interesse principale dell'azienda era rivolto al settore della produzione di materiali per realizzare imballaggio di alimenti, di conseguenza le sinergie proposte all'azienda (individuate a partite dal codice ATECO di A06, ossia ATECO 41, Costruzione di edifici) non sono prese in considerazione. Il codice ATECO va quindi corretto per la ricerca di potenziali sinergie ulteriori; in ogni caso l'azienda si è proposta per accettare l'output 03 dell'azienda A03, ossia rifiuti prodotti da agricoltura.















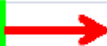
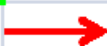

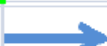

OUTPUT	POSSIBILE DESTINAZIONE		FLUSSI	INTERESSE AZIENDE	
A01/OUT	RECUPERO ENERGIA IN IMPIANTI A BIOMASSA			SI	NO
	DIGESTIONE ANAEROBICA	A07		<input checked="" type="radio"/> SI	NO
A01/OUT/01	AZIENDE CODICE ATECO 01: Coltivazioni agricole e produzione dei prodotti animali, caccia e servizi connessi			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 19: Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 20: Fabbricazione di prodotti chimici	A05		<input checked="" type="radio"/> SI	NO
A02/OUT	DIGESTIONE ANAEROBICA	A07		<input checked="" type="radio"/> SI	NO
A03/OUT/03		A01		SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 10: Industrie alimentari	A02		SI	<input checked="" type="radio"/> NO
		A04		<input checked="" type="radio"/> SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 14: Confezionamento di articoli di abbigliamento; confezione di articoli in pelle e pelliccia			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 21: Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 22.22: Fabbricazione di imballaggi in materie plastiche			SI	NO
A03/OUT/06	RECUPERO ENERGETICO A MEZZO COMBUSTIONE			SI	NO
A03/OUT/14				SI	NO
A03/OUT/18	AZIENDE CODICE ATECO 41: Costruzione di edifici	A06		SI	<input checked="" type="radio"/> NO
	AZIENDE CODICE ATECO 42: Ingegneria civile			SI	NO
	AZIENDE CODICE ATECO 43: Lavori di costruzione specializzati	A07		<input checked="" type="radio"/> SI	NO
A05/OUT	RECUPERO ENERGETICO			SI	NO
A07/OUT/01	COMPOSTAGGIO/ PRODUZIONE AMMENDANTE			SI	NO

Figura 88: riepilogo delle sinergie proposte alle aziende e relative risposte Scheda elaborata da ENEA con la collaborazione di Aster

Va segnalato che, in seguito al confronto con gli altri partecipanti e al giro di tavolo, l'azienda A07 si è detta disponibile ad accettare anche le risorse indicate in Figura 89, anche se inizialmente queste sinergie non le erano state proposte. In particolare, l'azienda

ha dato la propria disponibilità al recupero di energia attraverso l'uso di impianti a biomassa, a combustione, oppure mediante l'uso di un ORC (Organic Rankine Cycle)⁵⁷.

A01/OUT	RECUPERO ENERGIA IN IMPIANTI A BIOMASSA
A03/OUT/06	RECUPERO ENERGETICO A MEZZO COMBUSTIONE
A03/OUT/14	
A05/OUT	RECUPERO ENERGETICO

Figura 89: Integrazione di sinergie proposte all'azienda A07 a partire dagli output di A01, A03 e A05 in seguito al giro di tavolo dell'esercizio di simbiosi. Scheda elaborata da ENEA con la collaborazione di Aster

Analogamente, l'azienda A10 si è detta disponibile ad accettare anche le risorse indicate in Figura 90, anche se inizialmente queste sinergie non erano state proposte.

A01/OUT	DIGESTIONE ANAEROBICA
A02/OUT	DIGESTIONE ANAEROBICA

Figura 90: Integrazione di sinergie proposte all'azienda A10 a partire dagli output di A01 e A02 in seguito al giro di tavolo dell'esercizio di simbiosi. Scheda elaborata da ENEA con la collaborazione di Aster

Anche i laboratori hanno ricevuto le schede e lo schema generale per poter convalidare i risultati ottenuti ed escludere fraintendimenti nelle elaborazioni successive. Non sono stati segnalati errori macroscopici, ma è stato precisato dal laboratorio CIRI Energia Ambiente che la sinergia A02-A04 non prevede una trasformazione intermedia, bensì un accesso diretto della risorsa all'interno del nuovo sistema produttivo, in base a informazioni ottenute precedentemente, nel corso di un altro progetto.

Nei giorni successivi all'esercizio di simbiosi due laboratori (Cipack e Siteia.Parma) hanno poi voluto mandare un loro contributo per il progetto, nello schema in Figura 91 è riassunto l'elaborato.

⁵⁷ Gli ORC sono cicli Rankine appositamente studiati per utilizzare come fluido di sistema sostanze organiche ad alto peso molecolare. Le ridotte temperature di cambiamento di fase di queste sostanze (inferiori a quelle dell'acqua) permettono infatti di produrre energia elettrica anche a partire da potenze termiche in ingresso del ciclo piuttosto ridotte, derivanti da cascami energetici di cicli industriali, pannelli solari, fonti geotermiche, ecc. Per questi motivi gli ORC sono attualmente molto studiati nel settore delle energie rinnovabili.

Codice Azienda OUT	Codice Risorsa OUT	Descrizione OUTPUT	Codice CER OUTPUT	Possibili sinergie (Codici ATECO)	Codice Azienda IN	Codice Risorsa IN	Descrizione INPUT	Trasformazioni	Eventuali processi di valorizzazione
A01	A01/OUT/02	Scarti vegetali	Grigliato pomodoro	Food/feed, pectine, miscele amminoacidiche					Trattamenti tecnologici di stabilizzazione dei rifiuti/sottoprodotti (disidratazione con diverse tecniche, fermentazione, trattamento acidificante, ecc.) e di digestione (tecnologica, con trattamento idrotermico o di estrusione o biotecnologica, con trattamento biochimico, digestione enzimatica, o fermentazione, trattamento con microorganismi, per ottenere miscele complesse trattate da riutilizzare nel Food/Feed).
A01	A01/OUT/03	Scarti vegetali	Grigliato pisello	Food/feed, pectine, miscele amminoacidiche					Trattamenti tecnologici di stabilizzazione dei rifiuti/sottoprodotti (disidratazione con diverse tecniche, fermentazione, trattamento acidificante, ecc.) e di digestione (tecnologica, con trattamento idrotermico o di estrusione o biotecnologica, con trattamento biochimico, digestione enzimatica, o fermentazione, trattamento con microorganismi, per ottenere miscele complesse trattate da riutilizzare nel Food/Feed).
A01	A01/OUT/04	Scarti vegetali	Grigliato fagiolo	Food/feed, pectine, miscele amminoacidiche					Trattamenti tecnologici di stabilizzazione dei rifiuti/sottoprodotti (disidratazione con diverse tecniche, fermentazione, trattamento acidificante, ecc.) e di digestione (tecnologica, con trattamento idrotermico o di estrusione o biotecnologica, con trattamento biochimico, digestione enzimatica, o fermentazione, trattamento con microorganismi, per ottenere miscele complesse trattate da riutilizzare nel Food/Feed).
A01	A01/OUT/05	Scarti vegetali	Bucce e semi di pomodoro	Food/feed, oli vegetali e miscele amminoacidiche e peptidiche					Trattamenti tecnologici di stabilizzazione dei rifiuti/sottoprodotti (disidratazione con diverse tecniche, fermentazione, trattamento acidificante, ecc.) e di digestione (tecnologica, con trattamento idrotermico o di estrusione o biotecnologica, con trattamento biochimico, digestione enzimatica, o fermentazione, trattamento con microorganismi, per ottenere miscele complesse trattate da riutilizzare nel Food/Feed).
A02	A02/OUT/01	Farinaccio di grano duro	10614050 Crusche, staccature ed altri residui di frumento	Food/Feed, idrolizzati di carboidrati a basso peso molecolare					Trattamenti tecnologici di stabilizzazione dei rifiuti/sottoprodotti (disidratazione con diverse tecniche, fermentazione, trattamento acidificante, ecc.) e di digestione (tecnologica, con trattamento idrotermico o di estrusione o biotecnologica, con trattamento biochimico, digestione enzimatica, o fermentazione, trattamento con microorganismi, per ottenere miscele complesse trattate da riutilizzare nel Food/Feed).
A02	A02/OUT/01	Cubettato di grano duro	10614050 Crusche, staccature ed altri residui di frumento	Food/Feed, idrolizzati di carboidrati a basso peso molecolare					Trattamenti tecnologici di stabilizzazione dei rifiuti/sottoprodotti (disidratazione con diverse tecniche, fermentazione, trattamento acidificante, ecc.) e di digestione (tecnologica, con trattamento idrotermico o di estrusione o biotecnologica, con trattamento biochimico, digestione enzimatica, o fermentazione, trattamento con microorganismi, per ottenere miscele complesse trattate da riutilizzare nel Food/Feed).
A03	A03/OUT/03	02 – Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione		Food/Feed, idrolizzati di carboidrati a basso peso molecolare					Trattamenti tecnologici di stabilizzazione dei rifiuti/sottoprodotti (disidratazione con diverse tecniche, fermentazione, trattamento acidificante, ecc.) e di digestione (tecnologica, con trattamento idrotermico o di estrusione o biotecnologica, con trattamento biochimico, digestione enzimatica, o fermentazione, trattamento con microorganismi, per ottenere miscele complesse trattate da riutilizzare nel Food/Feed).

Codice Azienda OUT	Codice Risorsa OUT	Descrizione OUTPUT	Codice CER OUTPUT	Possibili sinergie (Codici ATECO)	Codice Azienda IN	Codice Risorsa IN	Descrizione INPUT	Trasformazioni	Eventuali processi di valorizzazione
A01	A01/OUT/06	Sacchi asettici usati	Laminati plastici poliaccoppiati	Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/
A01	A01/OUT/07	Paper piante pomodoro	polistirolo	Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/
A01	A01/OUT/08	Manichette fertirrigazione	Plastica	Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/
A03	A03/OUT/03	3 01 rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili		Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/
A05	A05/OUT/01	Imballaggi misti carta/PE o alluminio/PE	15 01 06 imballaggi in materiali misti	Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/
A05	A05/OUT/03	Imballaggi di legno: bancali danneggiati in legno trattato, non idoneo per utilizzo come pellet per combustione	15 01 03 imballaggi in legno	Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/
A05	A05/OUT/06	Imballaggi in carta recuperabili	15 01 01 imballaggi in carta e cartone	Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/
A05	A05/OUT/07	Impallaggi in plastica recuperabili	15 01 02 imballaggi in plastica	Filler in componenti in materiale polimerico stampato a compressione e/triturato	A09	A09/IN/01	Biopolimero in granulo/polvere termoplastico (no PET, PVC)	Manufatti in polimero termoplastico con filler di varia natura	Primerizzazione per adesione a matrice polimericaA01A01/

Figura 91: Elaborazione e riepilogo delle soluzioni di valorizzazione proposte dai laboratori Cipack e Siteia.Parma

6. Risultati della prima fase

In seguito alla raccolta, analisi ed elaborazione dei dati, questa attività pilota sperimentale sulla Simbiosi Industriale ha consentito di ottenere risultati quantitativi e risultati qualitativi, riepilogati di seguito.

6.1. Risultati quantitativi

L'attività pilota ha consentito di individuare complessivamente 49 possibili percorsi di Simbiosi:

- 14 percorsi individuati dai laboratori, che prevedono una trasformazione dei flussi da parte degli stessi;
- 14 percorsi individuati da ENEA;
- 28 altre destinazioni.

Questi percorsi si traducono in 90 potenziali sinergie:

- 19 individuate dai laboratori;
- 50 individuate da ENEA;
- 21 altre sinergie.

Questi risultati sono esplicitati graficamente nella Figura 92, elaborazione grafica realizzata da ENEA con la collaborazione di Aster, che riassume l'insieme delle potenziali sinergie individuate nell'ambito dell'attività sperimentale, sia rivolte ad altre aziende che destinate a generici settori produttivi individuati dai codici ATECO.

Dalla prima parte dell'attività sperimentale di simbiosi, inoltre, è conseguito un articolo pubblicato su rivista: "Industrial Symbiosis in Emilia-Romagna Region: results from a first application in the agroindustry sector", su *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 2 (2015) (1) 11-36 (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & Iacondini, Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector", 2015).

Un altro articolo, tratto da questo, è stato inoltre presentato nel corso di "Ecomondo 2014".

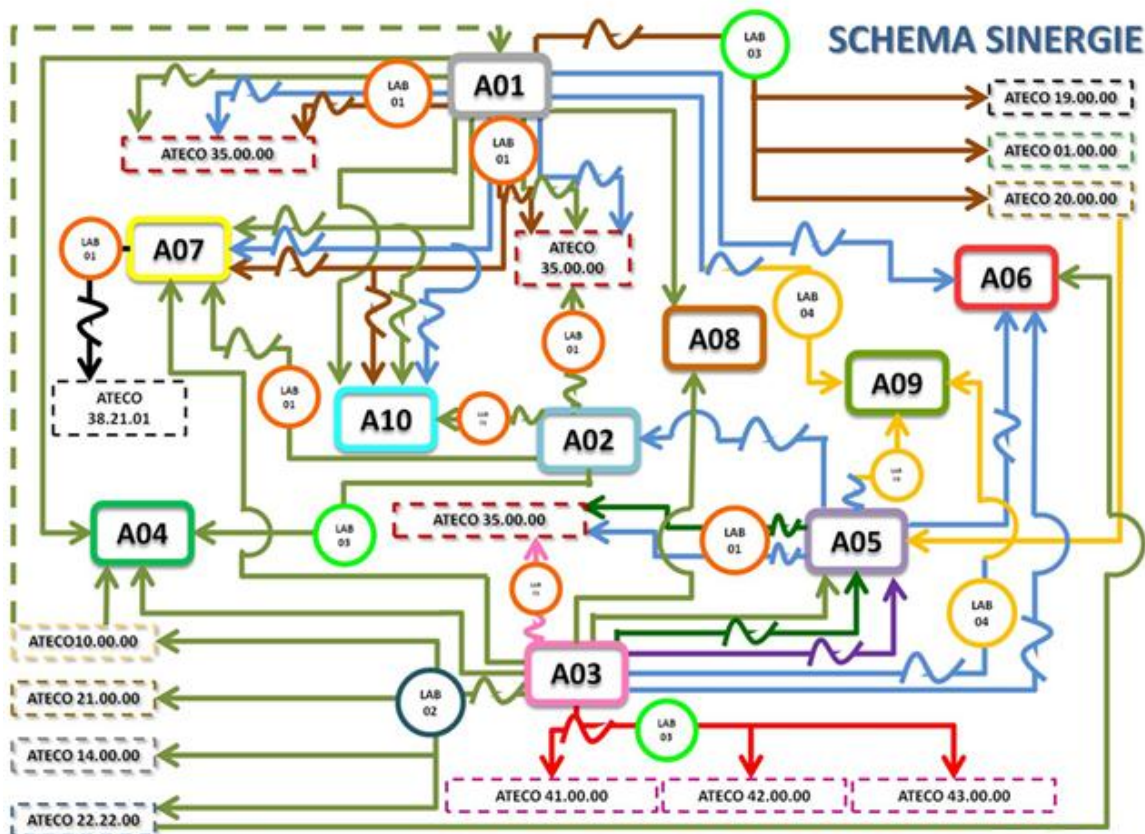


Figura 92: Riepilogo delle sinergie individuate nel corso dell'attività sperimentale.
Elaborazione di ENEA con la collaborazione di Aster.

6.2. Risultati qualitativi

Nel complesso l'attività sulla simbiosi ha ottenuto anche numerosi risultati meno quantificabili da un punto di vista oggettivo, ma di sicura importanza per gli scopi del progetto.

- La risposta da parte delle aziende partecipanti è stata elevata: 10 imprese su 13 inizialmente coinvolte hanno concluso l'attività, segno dell'interesse nei confronti del tema e del progetto.
- La risposta da parte dei laboratori è stata anch'essa significativa: 4 laboratori su 7 inizialmente coinvolti sono arrivati in fondo all'attività.
- In generale, anche in seguito al convegno di diffusione dei risultati (svoltosi a Bologna il 7 marzo 2014), è stato possibile riscontrare un significativo interesse da parte del tessuto imprenditoriale emiliano - romagnolo nei confronti della metodologia della Simbiosi Industriale. La partecipazione al convegno, infatti, è stata molto alta (oltre 110 iscritti), specialmente da parte delle aziende. Da

segnalare anche la partecipazione di esperti del tema e rappresentanti delle istituzioni. In Figura 93 è riportata una delle infografiche presentate da Aster nel corso della giornata.

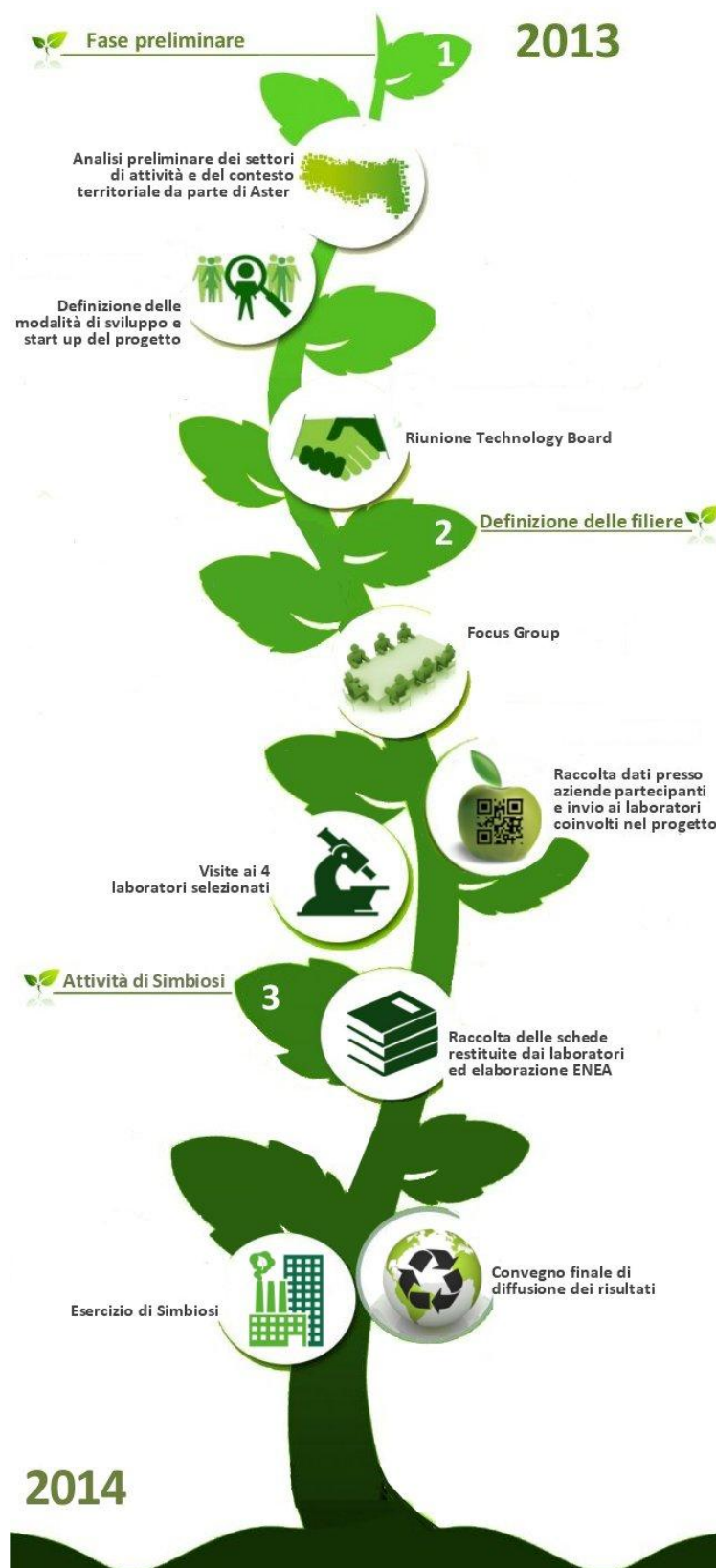


Figura 93: Infografica rappresentativa delle fasi dell'attività sperimentale di Simbiosi, presentata nel corso del convegno di diffusione dei risultati

- La Regione Emilia-Romagna si è dimostrata molto interessata, e ha inserito la Simbiosi Industriale all'interno del proprio Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (PRGR), all'interno del capitolo 17.6 (Prevenzione dei rifiuti speciali). In particolare, la Regione nel PRGR contestualizza la possibilità di utilizzare questa metodologia, applicata al caso dei rifiuti speciali: “La prevenzione dei rifiuti speciali riguarda sia la riduzione della quantità prodotta che il contenuto di sostanze pericolose in materiali e prodotti. Gli strumenti per attuare delle efficaci politiche di prevenzione possono essere molto diversi e riguardare singole imprese (ad esempio con applicazione dei Sistemi di Gestione Ambientale), gruppi di imprese (come nel caso della Simbiosi Industriale) o un intero settore produttivo (ad esempio con l'introduzione di una innovativa tecnologia pulita)” (Regione Emilia-Romagna, 2014).
- Il supporto all'applicazione di questa metodologia può arrivare dalla strutturazione di tavoli di lavoro al riguardo: “La Regione si riserva di attivare ulteriori tavoli di lavoro su settori produttivi per i quali emerga un interesse di approfondimento. Lo scopo dei tavoli di lavoro sarà quello di studiare le condizioni che agevolano l'utilizzo dei sottoprodotti ovvero, come richiesto dalla normativa, la certezza del loro impiego e l'assenza di preventiva trasformazione della materia. In particolare i tavoli si concentreranno sulle opportunità di recupero/riutilizzo di materia proveniente dal proprio o da altri processi produttivi per ridurre il quantitativo di rifiuti prodotti, secondo un approccio di Simbiosi Industriale, le eventuali tecniche pulite per ridurre la quantità e la pericolosità dei rifiuti generati, gli ostacoli all'introduzione di nuove tecniche (intesi come tecnologie e come modalità gestionali) e le forme di sostegno all'innovazione, le possibili soluzioni operative per promuovere la prevenzione dei rifiuti speciali.” (Regione Emilia-Romagna, 2014).
- Un altro risultato, sempre connesso al recepimento di questi contenuti da parte della Regione, è anche legato alla necessità, secondo l'ente, di coinvolgere il mondo imprenditoriale (come sottolineato anche nel corso del progetto dai diretti interessati) in un confronto utile a superare gli ostacoli normativi attualmente esistenti in materia. “Appare inoltre utile l'avvio di un confronto specifico su possibili forme di semplificazione rivolte alle imprese per agevolare il recupero/riutilizzo, rimuovendo ostacoli di tipo burocratico e amministrativo; un ulteriore tavolo di lavoro potrebbe quindi trattare tematiche come l'identificazione delle “materie prime seconde” o con la definizione di sottoprodotti. Al suddetto

tavolo prenderebbero parte i maggiori portatori di interesse, come il mondo imprenditoriale, gli enti locali, nonché la Regione. Ulteriori obiettivi di questo tavolo potrebbero essere l'identificazione di eventuali forme d'intesa fra i soggetti interessati, il supporto allo scambio di "materie prime seconde" e sottoprodotti all'interno del territorio regionale (Simbiosi Industriale) al fine di agevolare la prevenzione di specifiche tipologie di rifiuto e la riduzione dello spreco" (Regione Emilia-Romagna, 2014).

Come si può notare, è forte l'interesse da parte dell'Ente preposto al recepimento, interpretazione e applicazione delle normative nazionali sui rifiuti e sottoprodotti nei confronti di questa metodologia, che consentirebbe di incrementare l'efficacia nell'uso delle risorse, riducendo al contempo la produzione di rifiuti, soprattutto speciali. L'effetto dell'inserimento della Simbiosi Industriale è esplicitato in Figura 94 e Figura 95, dove si riportano la tabella e il grafico tratti dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti, in cui viene espressa l'incidenza percentuale delle misure di "Riuso" e "Progettazione Sostenibile", al cui interno è compresa la Simbiosi Industriale, sulla riduzione complessiva nella produzione di rifiuti speciali (pag. 52, cap. 17.7 del PRGR).

- Il progetto ha visto un ulteriore sviluppo grazie all'interazione con il Programma "Pioneers Into Practice", che ha consentito di dare seguito pratico alle filiere di simbiosi individuate a livello teorico, realizzando studi di fattibilità in loco. In particolare, 5 organizzazioni si sono candidate come host e 8 partecipanti al progetto come pionieri.
- L'attività ha avuto anche un ulteriore seguito con l'organizzazione di visite ai quattro laboratori che hanno partecipato fino in fondo alle attività sperimentali. E' stata così organizzata una visita ai laboratori Siteia.Parma e Cipack (a Parma, il 5 dicembre 2013) e ai laboratori CIRI Agroalimentare e CIRI Energia Ambiente (a Cesena e Ravenna, il 10 gennaio 2014). Questi incontri sono stati mirati a contestualizzare le filiere riguardanti il ritrattamento dei residui e sottoprodotti, conoscendo le competenze e le tecnologie presenti nei laboratori, così da promuovere anche la nascita di accordi di collaborazione con le imprese (sia nell'ambito del progetto che, eventualmente, in altro contesto). Alle visite hanno partecipato anche soggetti esterni all'attività sperimentale, al fine di far conoscere prassi e metodi dell'attività di simbiosi in fase di realizzazione, anche ai fini di eventuali collaborazioni per evoluzioni future del progetto.

Misura	Valutazione Quali-Quantitativa
F.3 - Conferimento	14
D.1 – Grande e Piccola Distribuzione	13
U.1 – Spreco di Beni	13
F.1 – Riuso	13
C.2 – Consumo Sostenibile	11
F.2 – Riparazione	11
P.1 – Progettazione Sostenibile	6
C.1 – Green Public Procurement	5

Figura 94: Rilevanza, in termini quali-quantitativi, di ciascuna misura per la riduzione della produzione di rifiuti speciali. La Simbiosi Industriale si colloca all'interno delle voci "Progettazione sostenibile" e "Riuso". Immagine tratta dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (Regione Emilia-Romagna, 2014)

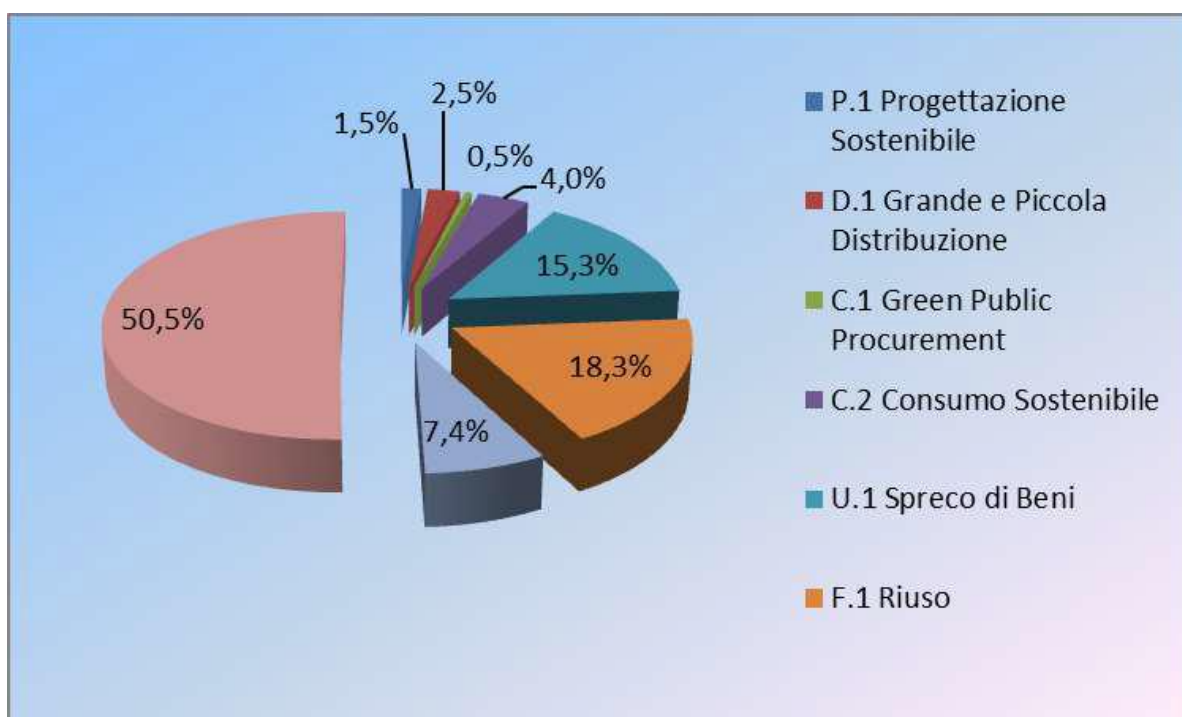


Figura 95: Contributi delle Misure alla prevenzione della produzione dei rifiuti, immagine tratta dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (Regione Emilia-Romagna, 2014). La Simbiosi Industriale si colloca all'interno delle voci "Progettazione sostenibile" e "Riuso".

7. Riepilogo del coinvolgimento dei partecipanti alla prima fase dell'attività sperimentale di Simbiosi Industriale e chiusura dei cicli produttivi

Di seguito, in Figura 96, Figura 97 e Figura 98 è stato esplicitato il riepilogo del coinvolgimento dei soggetti che hanno preso parte all'attività sperimentale sulla simbiosi, facendo riferimento ai tre step principali: il Focus Group, l'invio dei dati (inteso complessivamente, come invio di dati anagrafici e – soprattutto – dei dati relativi ai flussi materiali in input e output per le aziende, e le elaborazioni su questi flussi per i laboratori) e l'Esercizio di Simbiosi.

Come sottolineato in precedenza, si può notare che la partecipazione si è mantenuta elevata nel corso di tutta l'attività (10 aziende su 13 e 4 laboratori su 7 hanno concluso il percorso), a testimonianza dell'elevato interesse riscontrato dai partecipanti nei confronti dell'attività. Nell'elenco di Figura 96 sono indicate nello specifico le fasi dell'attività a cui le aziende hanno preso parte: va sottolineato che dall'elenco mancano BTS Biotec Sys, che di fatto non ha neanche cominciato l'attività, e il CIRI Agroalimentare, registratosi anche come azienda, ma per semplicità inserito negli elenchi solo come laboratorio.

Aziende partecipanti	Focus Group	Invio dati	Esercizio di Simbiosi
A.R.P. (Agricoltori Riuniti Piacentini) Soc. Agr. Coop.	X	X	X
Barilla G. e R. F.Ili S.p.A.	X	X	X
Biosphere S.r.l.	X	X	
C.G.M. S.p.A.	X	X	
Conserve Italia Soc. Agr. Coop.	X		
COOP Formula Ambiente Soc. Coop	X	X	X
Coopbox Group S.p.a.	X	X	X
Irci S.p.A.	X	X	X
OPOE Cons. Coop. Agr. P.A.	X	X	X
Schmack Biogas S.r.l.		X	X
Softer S.p.A.	X	X	X

Figura 96: Riepilogo della partecipazione delle aziende alle differenti fasi dell'attività pilota di simbiosi

Laboratori partecipanti	Focus Group	Invio dati	Esercizio di simbiosi
Biogest Siteia			
Cipack	X	X	X
CIRI Agroalimentare	X	X	X
CIRI Energia Ambiente	X	parzialmente	X
CIRI Meccanica e Materiali	X		
CRPA			X
LEAP – Consorzio Mat-ER	X	X	X
Siteia.Parma	X	X	X

Figura 97: Riepilogo della partecipazione dei laboratori alle differenti fasi dell'attività pilota di simbiosi

Enti partecipanti			
Ervet		n.a.	X
Provincia di Rimini	X	n.a.	X

Figura 98: Riepilogo della partecipazione degli enti e delle istituzioni alle differenti fasi dell'attività pilota di simbiosi

8. La seconda fase dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale: approfondimento delle principali sinergie

8.1. Introduzione

Come descritto nei paragrafi precedenti, l'attività condotta tra il 2012 e il 2014 ha riguardato l'applicazione in Emilia-Romagna di un modello di Simbiosi Industriale, finalizzato alla chiusura dei cicli produttivi.

Trattandosi di un progetto pilota, limitato nel tempo e nelle risorse, per semplicità di gestione e realizzazione si è scelto di focalizzarlo sulla filiera di valorizzazione dei residui agro-industriali, coinvolgendo un numero limitato di attori selezionati: 13 imprese (di cui una è anche un laboratorio), 8 laboratori e centri di ricerca, 2 Enti e Istituzioni, più ENEA UTTAMB come referente tecnico-scientifico.

L'attività, sviluppata su più fasi (studio preliminare, individuazione della filiera e del modello di simbiosi da applicare, selezione e coinvolgimento delle imprese e dei laboratori, Focus Group, raccolta, analisi e schematizzazione dei dati, trasmissione dei dati ai laboratori, esercizio di simbiosi e proposta alle aziende, convegno di diffusione dei risultati) ha portato, nella sua prima parte, all'ottenimento di circa 90 sinergie, con il coinvolgimento di 10 imprese disposte a condividere i loro dati di input e output.

La fase successiva è stata pensata con l'obiettivo di dare concretezza ai percorsi di simbiosi precedentemente individuati, trasformandoli in sinergie reali, non più solo sulla carta.

Anche in questo caso, trattandosi di un'attività pilota e dalle risorse limitate, si è deciso di procedere focalizzando l'attività, selezionando solo le sinergie più rilevanti e approfondendo unicamente quelle.

Gli step di questa seconda fase sono stati i seguenti:

1. Selezione delle 3 sinergie più rilevanti, sulla base di criteri di rilevanza numerica, flussi materiali coinvolti e numero di imprese coinvolte (già nella prima fase).
2. Raccolta delle informazioni necessarie per l'approfondimento delle sinergie, mediante contatto diretto con i partecipanti, tavoli di lavoro con le istituzioni e analisi bibliografica di numerose fonti.
3. Preparazione di un Manuale Operativo per ogni sinergia, contenente informazioni (problematiche logistiche, normative e tecnologiche, e possibili soluzioni) utili ai fini della realizzazione pratica dei percorsi di simbiosi individuati. Le informazioni sono state ottenute sulla base dell'analisi di esperienze di simbiosi già realizzate e dalla letteratura in materia.

La finalità ultima dei manuali quindi, è quella di fornire tutte le informazioni utili a facilitare la chiusura dei percorsi di simbiosi individuati nel corso degli anni di attività. Questi manuali potrebbero poi rappresentare la base anche per percorsi di discussione con gli enti e le istituzioni preposte al controllo e all'autorizzazione, al fine di sensibilizzarli rispetto alle opportunità connesse allo sviluppo di attività di simbiosi.

Questa seconda fase di attività ha portato alla scrittura di un articolo scientifico, attualmente in fase di revisione da parte dell'Environmental Engineering and Management Journal, "Green – Industrial Symbiosis project – II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna region", cui si invita a fare riferimento per altri dettagli (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press).

8.2. Selezione dei percorsi di simbiosi da approfondire

La selezione delle sinergie da approfondire, realizzata in collaborazione con ENEA UTTAMB, ha individuato tre percorsi principali, per le ragioni di seguito dettagliate:

- Produzione di sostanze nutraceutiche da scarti dell'industria agroalimentare: i residui utilizzati e presi in considerazione sono buccette e semi di pomodoro. Questa sinergia è stata scelta in ragione dell'elevato potenziale sul territorio regionale: l'Emilia-Romagna è tra le regioni maggiori produttrici di pomodoro e con la presenza delle più grandi aziende del comparto. Per questa ragione si è deciso di sviluppare questa filiera, che ha visto coinvolta una di queste imprese (A01), anche nell'ottica di individuare possibili soluzioni per altre imprese.

Questa filiera di simbiosi è rappresentata in Figura 99.

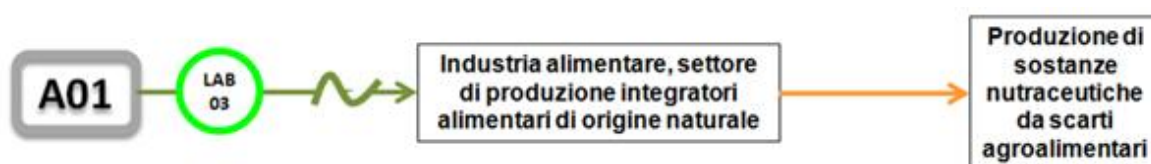


Figura 99: Percorso di simbiosi 1 – Produzione di sostanze nutraceutiche da scarti dell'industria agroalimentare (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press)

- Produzione di energia da scarti dell'industria agroalimentare: questa soluzione è stata preferita ad altre per via della sua integrazione con i requisiti normativi. Infatti, nello stesso periodo in cui questa attività è stata realizzata, l'Italia ha recepito la Direttiva Europea 2009/73/EC, che richiede agli Stati Membri di intraprendere misure per promuovere un maggiore uso di biogas e gas da biomassa, i cui produttori dovrebbero avere la possibilità di accedere liberamente alla rete di distribuzione. Sviluppando questo percorso di simbiosi, sono state analizzate le criticità rispetto alla normativa. Il percorso è rappresentato in Figura 100.



Figura 100: Percorso di simbiosi 2 – Produzione di energia da scarti dell'industria agroalimentare (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press)

- Produzione di biopolimeri da scarti dell'industria agroalimentare: questa sinergia è stata scelta in quanto innovativa e tale da richiedere l'utilizzo di tecnologia non ancora sviluppate a livello industriale. Attualmente, in Italia la produzione di biopolimeri da residui si realizza solo su scala pilota (come riportato nel paragrafo 2). Per questo motivo è stato ritenuto importante analizzare questa filiera, considerato l'interesse che si sta sviluppando attorno all'uso e alla produzione di biopolimeri. La filiera è stata rappresentata in Figura 101.

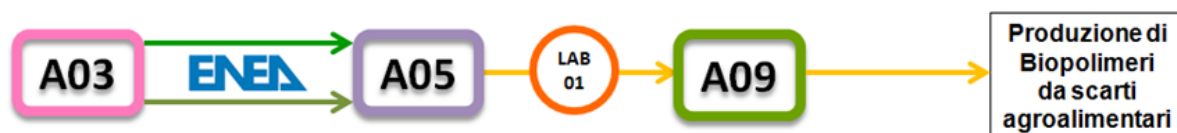


Figura 101: Percorso di simbiosi 3 – Produzione di biopolimeri da scarti dell'industria agroalimentare (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press)

8.3. Struttura dei Manuali Operativi

I tre percorsi di simbiosi citati sono stati analizzati e le relative informazioni sono state raccolte e organizzate all'interno di tre Manuali Operativi. L'obiettivo dei manuali era quello di fornire informazioni utili per facilitare la realizzazione pratica delle sinergie precedentemente definite, derivanti dalla prima fase dell'attività sperimentale.

I Manuali Operativi sono stati strutturati in una prima parte “operativa” e in una seconda “documentale”, al fine di raccogliere il materiale rendendolo accessibile e utilizzabile anche a fruitori non esperti della materia nella maniera più semplice possibile.

Parte I dei Manuali Operativi: layout e tabelle riassuntive

La prima parte del Manuale è costituita dal layout che riassume sinteticamente il percorso della sinergia individuata e riporta, in parallelo, una tabella che descrive gli aspetti tecnici del percorso stesso.

Il layout riporta la sequenza del percorso per ogni fase della sinergia, dalla generazione dell'output (scarto, rifiuto, sottoprodotto) di un'azienda del Segmento Upstream, fino al suo utilizzo, con o senza valorizzazione intermedia, da parte dell'azienda ricevente, afferente al Segmento Downstream. In termini di rappresentazione, il layout è

caratterizzato da forme e colori specifici, da risorse che sono state codificate per motivi di riservatezza e privacy, oltre che da frecce che indicano i flussi delle risorse.

La tabella riporta in corrispondenza di ogni blocco del layout gli aspetti specifici da tenere in considerazione per ciascuna fase del percorso.

Un esempio di layout e tabella generici, riferiti a una generica impresa “X” del Segmento Upstream (che fornisce una generica risorsa “n”), a un generico laboratorio “Z” per l’eventuale trasformazione, e a una generica impresa “Y” del Segmento Downstream è riportato in Figura 102 (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press).

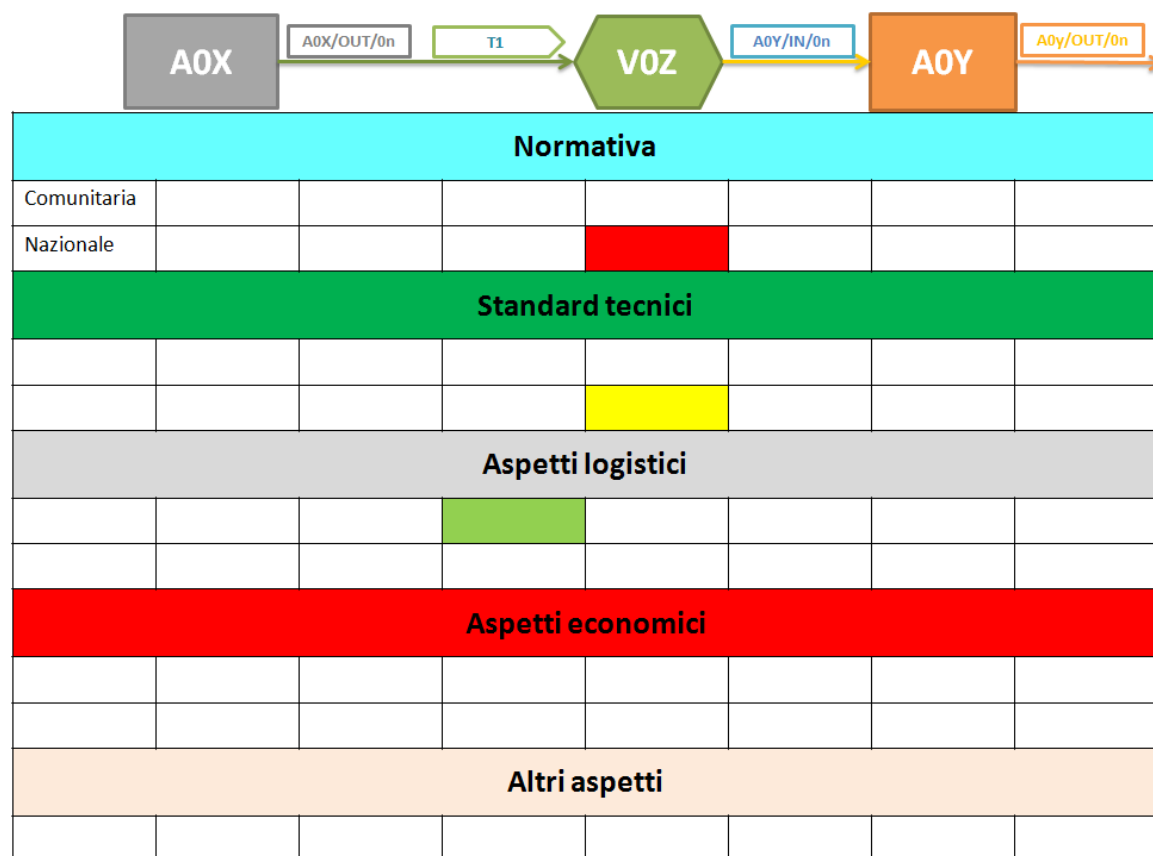


Figura 102: esempio di layout e tabella riassuntiva inclusa nella parte iniziale dei Manuali Operativi (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press)

La legenda relativa a layout e tabella è riportata in Figura 103.

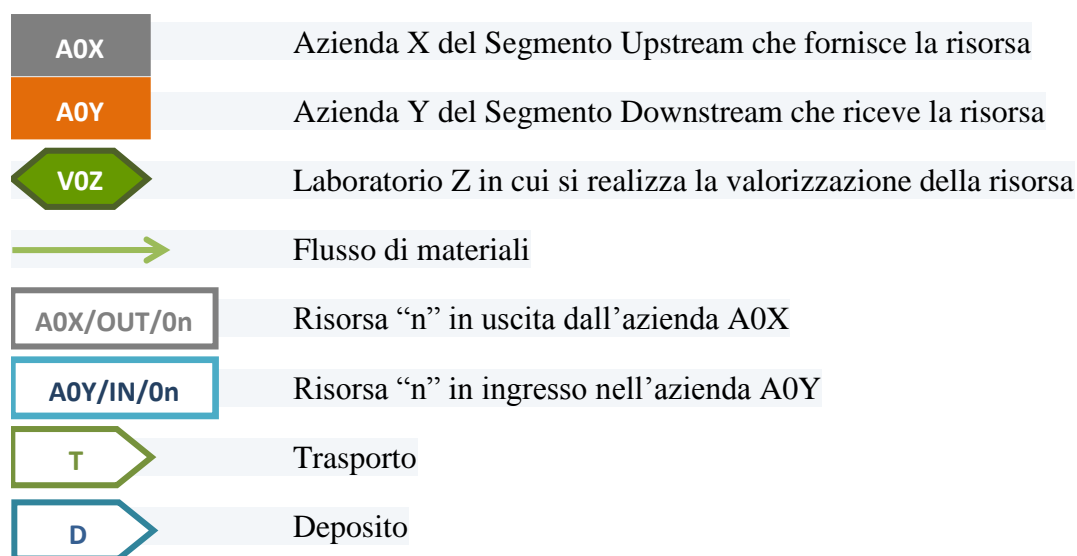


Figura 103: Legenda relativa a layout e tabella generici di un Manuale Operativo

In particolare la tabella include gli elementi fondanti una sinergia:

- Normativa: su più livelli, comunitaria, nazionale e regionale (locale);
- Standard tecnici;
- Aspetti logistici;
- Aspetti economici;
- Altri aspetti: si intendono situazioni specifiche che necessitano di approfondimenti particolareggiati e che cambiano caso per caso.

Questi paragrafi sono stati ulteriormente suddivisi per rendere più fruibile e di facile comprensione le informazioni in essi contenute. Per esempio, come indicato in precedenza, la normativa può essere suddivisa in comunitaria, nazionale, regionale e provinciale, in modo che sia chiaro il livello con cui risulterà necessario dialogare.

La tabella è stata poi completata con i collegamenti ipertestuali alla documentazione relativa all’argomento trattato in corrispondenza del blocco del layout considerato, in modo tale da permettere di accedere a una cartella già pronta di documenti di consultazione. Infine gli sfondi delle celle assumono un colore in base alla criticità dell’aspetto trattato: i fattori che ostacolano la realizzazione della sinergia (rosso), quelli che devono essere ulteriormente verificati (giallo), quelli che sono compatibili con il percorso (verde), come schematizzato in Figura 104.




Simbolo	Descrizione
	Aspetto non ostacolante
	Aspetto da approfondire
	Aspetto ostacolante

Figura 104: schematizzazione grafica utilizzata all'interno dei Manuali Operativi per rappresentare gli aspetti ostacolanti, da approfondire e non ostacolanti

Di seguito sono contenute le schede compilate dalle aziende, contenenti le specifiche delle risorse in output, e una scheda compilata dal laboratorio che descrive in forma sintetica la valorizzazione proposta. Queste informazioni sono state importanti per la decisione sul tipo di sinergia da proporre e sono necessarie per capire quale tipo di valorizzazione è necessaria perché si finalizzi la sinergia. Essendo questi dati sensibili, si è deciso di non darne diffusione, se non con il consenso dei soggetti interessati.

La prima parte del Manuale si chiude con una georeferenziazione delle aziende che permette di capire la fattibilità logistica, economica ed eventualmente normativa del percorso proposto.

Parte II dei Manuali Operativi: i fascicoli tecnici

Il fascicolo tecnico è una raccolta di documenti di tipo normativo, tecnico, scientifico e di altri documenti di approfondimento relativi alla sinergia. Non sono testi integrali, poiché sono state eliminate le parti non strettamente pertinenti all'argomento trattato; un collegamento ipertestuale riporta però, per completezza di informazioni, ai documenti integrali.

I fascicoli sono utilizzabili tramite lo schema riassuntivo iniziale, oppure leggibili come materiale a sé stante.

I manuali sono stati costruiti con una logica che varia a seconda dei temi trattati ma, in generale, seguono questo schema:

- Classificazione della risorsa in uscita dall'azienda che mette a disposizione lo scarto/il sottoprodotto.
- Gestione della risorsa: trasporto, deposito, raccolta, ecc..
- Informazioni sull'impianto di valorizzazione.
- Gestione della risorsa da parte dell'azienda afferente al Segmento Downstream.
- Prodotti in uscita.
- Considerazioni di tipo economico.

Ogni Manuale Operativo può contenere tutti questi aspetti o una parte di essi, a seconda delle informazioni raccolte e dei passaggi necessari per la realizzazione della sinergia.

In chiusura di ogni Manuale sono riportate tutte le fonti da cui sono state citate le informazioni utilizzate per la stesura del fascicolo.

8.4. Sintesi dei tre Manuali Operativi

Di seguito è riportata una sintesi del contenuto dei tre Manuali Operativi elaborati.

Manuale 1: Produzione di sostanze nutraceutiche da scarti dell'industria agroalimentare

I sottoprodotti da valorizzare cui si fa riferimento in questo Manuale Operativo sono buccette e semi di pomodoro, messi a disposizione dall'azienda A01: questa tipologia di residuo, essendo classificato come sottoprodotto e non come rifiuto, non presenta particolari problemi normativi nel riutilizzo.

La valorizzazione è stata proposta dal laboratorio CIRI Agroalimentare, che ha suggerito di realizzare un “processo tecnologico di co-frangitura di olive e sottoprodotti del pomodoro, in grado di trasferire nella matrice oleosa molecole bioattive lipofile, quali i carotenoidi, mediante un processo di tipo meccanico-fisico”.

Il cuore del processo consiste in un'ottimizzazione in termini di: i) rapporto olive/sottoprodotto del pomodoro, ii) caratteristiche del sottoprodotto e della sua conservazione pre-trattamento, iii) variabili tecnologiche di processazione in grado di preservare i composti bioattivi propri delle materie prime (olive/sottoprodotto del pomodoro).

Il processo così ottimizzato permetterà di valorizzare i sottoprodotti dell'industria agroalimentare e conserviera connessa ai prodotti del pomodoro, arricchendo un prodotto già noto per il suo contenuto in antiossidanti (olio prodotto dalle olive) con composti bioattivi naturalmente non presenti (licopene) mediante l'impiego di soli processi meccanico-fisici e senza l'ausilio di solventi o processi chimici-biochimici.

A livello di laboratorio, sono state attuate diverse prove preliminari che hanno evidenziato i punti critici che è necessario ottimizzare ma anche dimostrato, seppure in via preliminare, i risultati che è possibile ottenere in termini di trasferimento-arricchimento di composti bioattivi e di conseguenza in termini di incremento del valore salutistico del prodotto finale (olio ottenuto per co-frangitura di olive e sottoprodotto del pomodoro). Il processo ottimizzato potrà essere applicabile dai frantoi già presenti sul territorio nazionale, mentre – chiaramente – le industrie di lavorazione del pomodoro sono largamente diffuse sul territorio nazionale. Ciò che sarebbe attuabile a livello di territorio italiano lo sarebbe anche per altri paesi del sud Europa, nei quali i settori industriali della lavorazione del pomodoro e delle olive rivestono un ruolo importante.

In termini di risultati, l'ottenimento di un nuovo prodotto che si configura come un condimento a base di olio prodotto dalle olive, arricchito in composti bioattivi del pomodoro, potrebbe essere molto interessante non solo per il settore alimentare ma anche per il settore degli integratori naturali. Gli sbocchi commerciali di una sinergia di questo tipo, quindi, potrebbero essere legati alla commercializzazione di un nuovo prodotto alimentare (condimento a base di olio di oliva e pomodoro) con particolare interesse salutistico.

Gli aspetti da approfondire legati a questa sinergia sono i seguenti:

- Natura stagionale del prodotto: l'unica soluzione è quella di programmare i periodi di lavorazione e produzione in accordo con i cicli stagionali delle risorse valorizzate.
- Conservazione e accumulo: il prodotto deve essere conservato in maniera tale da preservare le sue caratteristiche, e da questo punto di vista gioca un ruolo fondamentale anche la durata del periodo di conservazione.
- Normativa sull'utilizzo di additivi nei prodotti alimentari: per poter commercializzare un nuovo prodotto alimentare bisogna ottenere le opportune autorizzazioni. In realtà, essendo già in commercio prodotti contenenti licopene, questa autorizzazione non dovrebbe costituire un problema.

Di seguito, in Figura 105, sono riportati il layout e la tabella inclusi all'interno del Manuale Operativo per la produzione di sostanze nutraceutiche da scarti dell'industria agroalimentare.

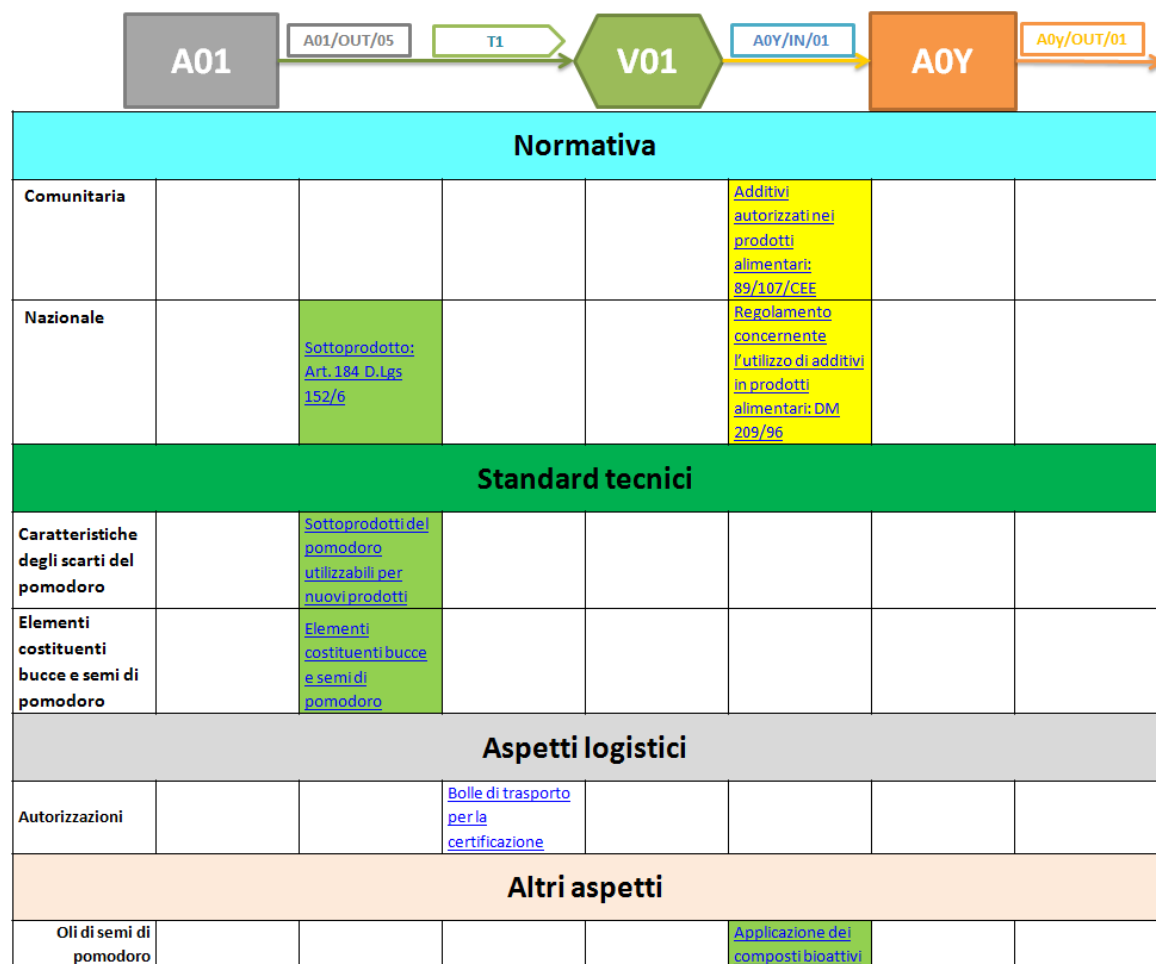


Figura 105: layout e tabella relativi al Manuale Operativo per la produzione di sostanze nutraceutiche da scarti dell'industria agroalimentare (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press)

Come riportato in precedenza, le caselle in giallo fanno riferimento alla necessità, per la sinergia presa in considerazione, di ottenere l'autorizzazione alla commercializzazione di un nuovo prodotto alimentare (condimento a base di olio di oliva e pomodoro). Come detto, essendo però già in commercio e autorizzati diversi prodotti arricchiti con licopene, non si vedono particolari difficoltà a ottenere tale autorizzazione.

All'interno di questo Manuale Operativo è poi riportata la documentazione di natura normativa e tecnica che viene richiamata nella tabella iniziale, nonché gli articoli di approfondimento. La documentazione non è riportata in forma completa, ma sono state estrapolate solo le parti interessanti per il lavoro in oggetto.

Nel capitolo 6 del Manuale Operativo vengono trattate le risorse in output. Gli scarti della lavorazione del pomodoro sono classificati come sottoprodotti, e questo comporta una semplificazione della logistica e della gestione del materiale. La normativa, la gestione e il

recupero vengono descritti nei paragrafi di questo capitolo, così come la logistica, il deposito e le autorizzazioni necessarie per ogni passaggio effettuato dai sottoprodotti durante il percorso che li porterà alla chiusura della sinergia.

Nel capitolo 7 sono analizzati i sottoprodotti del pomodoro e i loro potenziali riutilizzi. In particolare sono riportati documenti che esaminano le componenti naturali estraibili dal pomodoro e utilizzabili come ingredienti naturali per la produzione di nuovi prodotti alimentari funzionali.

Si termina la trattazione con il capitolo 8 che riassume la vasta normativa sui prodotti alimentari, incentrando l'attenzione sulle caratteristiche richieste agli additivi e le specifiche per l'approvazione.

Questo manuale ha la particolarità di non proporre un'azienda ricettrice particolare (che non sarebbe compresa nel bacino di imprese afferenti all'azione pilota sperimentale), ma piuttosto un possibile settore di utilizzo della risorsa dopo una valorizzazione. La partecipazione al progetto dei laboratori e di enti di ricerca come l'ENEA ha generato delle soluzioni innovative che possono risvegliare l'interesse di alcuni settori produttivi e proporre nuovi sviluppi in campi industriali.

Manuale 2: Produzione di energia da scarti dell'industria agroalimentare

I sottoprodotti da valorizzare energeticamente, provenienti da due industrie agroalimentari afferenti al Segmento Upstream, sono: grigliato di pomodoro, grigliato di pisello, grigliato di fagiolo, semi e bucce di pomodoro, farinaccio di grano duro, cubettato di grano duro. L'azienda del Segmento Downstream che li deve ricevere opera nel campo della trasformazione di frutta e vegetali e disponendo già di residui simili, ha manifestato il proprio interesse a costruire un impianto biogas per la produzione di energia. La possibilità di integrare i propri sottoprodotti con quelli di altre aziende localizzate nelle vicinanze ha contribuito ad aumentare l'interesse nei confronti del progetto, così da ricevere informazioni e assistenza in merito alla nuova normativa e alle più recenti soluzioni tecnologiche.

Il processo di valorizzazione dei sottoprodotti è stato proposto dal laboratorio LEAP, ed è quello di digestione anaerobica (DA). In particolare, il laboratorio ha realizzato, sulla base dei dati forniti dalle aziende, lo studio di fattibilità relativo all'applicazione del processo di DA agli scarti di lavorazione precedentemente citati (grigliati di vegetali, semi e bucce di pomodoro, farinaccio e cubettato di grano duro).

I flussi sono stati valutati separatamente al fine di determinare, tramite bilancio di materia e di energia, nonché tramite un'opportuna valutazione economica dei costi, le soluzioni fattibili migliori e più efficaci, sia dal punto di vista ambientale che economico.

La ricerca del laboratorio LEAP ha previsto i seguenti passi:

- Stima del quantitativo di scarti e sottoprodotti ottenuti nelle diverse fasi della lavorazione, stima della loro disponibilità durante l'anno, loro caratterizzazione.
- Per ciascun flusso da trattare, individuazione della tecnologia di DA più idonea per il trattamento.
- Dimensionamento di massima del processo di digestione anaerobica, con previsione degli output (digestato e biogas).
- Studio dell'utilizzo del digestato/ammendante a valle del processo di DA/post-compostaggio.
- Studio dell'utilizzo del biogas prodotto in DA.
- Valutazione dell'impatto ambientale e della sostenibilità della filiera di DA in una prospettiva di ciclo di vita LCA (Life Cycle Assessment).
- Valutazione di fattibilità economica preliminare.

Il cuore del processo, come detto, è la digestione anaerobica. Gli aspetti fondamentali da valutare sono (per ciascun flusso): caratterizzazione del materiale di scarto da valorizzarsi tramite DA, bilancio di massa e di energia del processo di DA, valutazione di fattibilità economica preliminare, studio di sostenibilità ambientale tramite l'analisi del ciclo di vita LCA (Life Cycle Assessment), dimensionamento di massima del processo di digestione anaerobica, con previsione degli output (digestato e biogas), analisi (tecnica, ambientale ed economica) dei possibili destini del digestato, analisi (tecnica, ambientale ed economica) dei possibili utilizzi del biogas (utilizzo del biogas per la produzione di energia oppure raffinazione a biometano e sua immissione in rete o suo utilizzo per autotrazione).

Volendo inoltre effettuare un confronto con l'attuale destino di tali scarti in un'ottica di miglioramento e valorizzazione degli stessi, il laboratorio LEAP ha anche previsto la possibilità di configurare le diverse fasi dell'analisi come segue:

1. Acquisizione dei dati relativi alle attuali filiere di trattamento degli scarti presi in considerazione.

2. Formulazione del bilancio di massa e di energia e analisi del ciclo di vita (LCA) delle attuali filiere di trattamento.
3. Determinazione dei benefici ambientali ottenibili dall'intera filiera nel passaggio alla DA.
4. Valutazione economica di confronto tra l'attuale trattamento e il trattamento tramite DA.

La digestione anaerobica permette la valorizzazione degli scarti sia in termini di recupero di materia che in termini di recupero di energia. Dalla DA si produce infatti del digestato che, se sottoposto a compostaggio, può essere utilizzato come ammendante agricolo o nel settore del floro-vivaismo.

Sempre in seguito alla DA si produce del biogas, che può avere diversi utilizzi (può essere utilizzato in motori a combustione interna per la produzione di energia elettrica e calore, può essere raffinato a biometano ed immesso nella rete di distribuzione del gas naturale o essere utilizzato come combustibile per autotrazione). Tenuto conto del maggiore interesse delle aziende ricettrici nei confronti dell'aspetto di valorizzazione energetica, si è deciso quindi di fare riferimento al processo di conversione degli scarti in biometano, che oltretutto ha il vantaggio di garantire migliori ritorni economici grazie agli incentivi statali. Durante la realizzazione dell'attività pilota, infatti, è stata recepita in Italia la Direttiva Europea 2009/73/EC⁵⁸: ciò ha avuto l'effetto di permettere, ai produttori di biometano, l'accesso alla rete di distribuzione del gas, aprendo il mercato e rendendo di riflesso molto interessante anche dal punto di vista economico la sinergia considerata in questo Manuale Operativo.

Gli aspetti da approfondire legati a questa sinergia sono i seguenti:

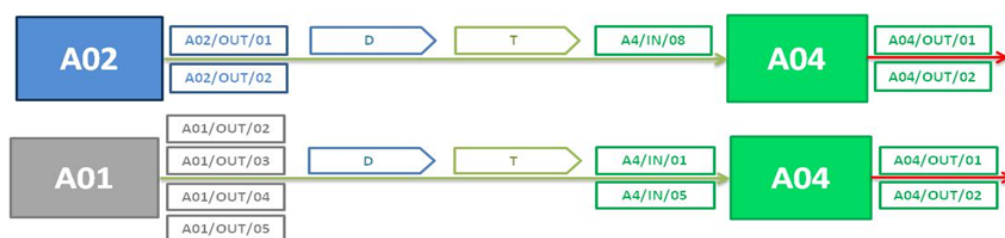
- Stagionalità dei sottoprodotti nel corso dell'anno: bisogna dotare l'impianto di un apposita zona di stoccaggio e conservazione, in modo tale da garantire la disponibilità della materia prima durante tutto l'anno, così da permettere il funzionamento continuativo dell'impianto.
- Qualità dei sottoprodotti: taglia, umidità, contenuto di azoto determinano composizioni differenti del biogas in uscita, con differenti rese energetiche. Ciò

⁵⁸ Relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale. Il mercato interno del gas naturale è caratterizzato da una mancanza di trasparenza che ostacola il suo buon funzionamento. La Commissione europea ha quindi ritenuto necessario ridefinire le norme e le misure ad esso applicabili onde garantire una concorrenza equa e una tutela adeguata dei consumatori. La Direttiva è consultabile all'indirizzo: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=URISERV%3Aen0017>

richiede che l'impianto disponga di una sezione di pre-trattamento del materiale da gassificare, in modo tale da standardizzarlo (de-umidificazione, sminuzzamento, ecc.).

- Normativa e autorizzazione dell'impianto: chiaramente, l'impianto andrà realizzato nel rispetto di tutti i criteri richiesti dalla normativa attuale, al fine di poter essere autorizzato e accedere agli incentivi previsti dallo Stato.
- Logistica: le imprese che dispongono di sottoprodotti da valorizzare all'interno dell'impianto di gassificazione distano oltre 70 chilometri dallo stesso. Questo potrebbe rappresentare una limitazione in termini di ottimizzazione dei costi di trasporto.

Di seguito, in Figura 106, sono riportati i layout (uno per ognuna delle due aziende fornitrici dei sottoprodotti da valorizzare energeticamente) e la tabella riassuntiva, inclusi all'interno del Manuale Operativo per la produzione di energia da scarti dell'industria agroalimentare.



Normativa							
Nazionale		Sottoprodotto: Art. 184 D.Lgs 152/06			Tracciabilità delle biomasse per produzione di energia: L. 296/06		Caratteristiche e utilizzo digestato: L. 134/13 e approfondimento
Regionale						Individuazione delle aree per impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili: Delibera Assemblea legislativa 51/11	
Controlli						Monitoraggio e controllo in materia di incentivi: Titolo VIII D.Lgs 28/11	

Standard tecnici							
Sottoprodotti per Digestione Anaerobica					Stagionalità della risorsa		
Classificazione sottoprodotti					Caratteristiche sottoprodotti per recupero di energia		
Criteri tecnici per la mitigazione degli impatti ambientali						Progettazione e gestione degli impianti a biogas: Giunta regionale 1495/11	
Connessioni impianti di biometano alle reti del gas naturale							Scheda tecnica per la connessione di impianti biometano alle reti del gas naturali: Delibera 46/15
							Procedura per la richiesta di connessione: Art.7 Delibera 46/15
Caratteristiche tecniche						Studio di fattibilità caratteristiche tecniche realizzazione impianto	

Aspetti economici							
Condizioni economiche per la connessione degli impianti di biometano							Connessione impianti a biometano alla rete: titolo V Delibera 46/15
Tariffe per l'uso della rete							Tariffe per l'uso della rete: Titolo VI Delibera 45/15
Fattibilità economica						Studio di fattibilità economica per la realizzazione impianto	
Altri aspetti: incentivi							
Biometano immesso nella rete del gas naturale						Procedure amministrative: Art. 3 D. 5/12/13 Procedura di qualifica: Art. 7 D. 5/12/13	
Incentivazioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili						Procedure amministrative, regolamentazioni e codici per l'incentivazione di produzione di energia: Titolo II D.Lgs 28/11	
						Regimi di sostegno: Titolo V D.Lgs 28/11	
Quantità di biometano ammissibile							Quantità di biometano ammissibile per gli incentivi: Sezione II Delibera 46/15

Figura 106 (da pag. 248): layout e tabella relativi al Manuale Operativo per la produzione di energia da scarti dell'industria agroalimentare

Successivamente alla parte iniziale sono descritte le risorse in output. In questo caso, pur trattandosi di scarti differenti, possono essere racchiusi in un'unica categoria: quella dei sottoprodotti. La normativa, la gestione e il recupero vengono descritti nei paragrafi di questo capitolo così come la logistica, il deposito e le autorizzazioni necessarie per ogni passaggio effettuato dai sottoprodotti durante il percorso che li porterà alla chiusura della sinergia.

È poi preso in esame l'utilizzo dei sottoprodotti agroindustriali per la produzione di energia da vari punti di vista: caratteristiche dei materiali, tracciabilità, rese energetiche e specificità della digestione anaerobica per la valorizzazione di questa tipologia di scarti.

Inoltre, è presente un capitolo contenente un excursus sulla normativa nazionale e regionale per gli impianti di valorizzazione da fonti rinnovabili, in particolare per quelli che utilizzano scarti agroalimentari per la produzione di energia. Nella normativa riportata sono trattati sia il tema della promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (procedure amministrative e regolamentazioni tecniche), sia il tema degli incentivi da parte dello stato per l'immissione del biometano nella rete del gas naturale.

È stato inserito anche un paragrafo per le autorizzazioni all'installazione e all'utilizzo di nuovi impianti; l'idea per questa sinergia nasce infatti dalla volontà di una delle aziende partecipanti di installare un nuovo impianto per il recupero energetico, valorizzando non solo i propri scarti, ma anche quelli di aziende vicine. Per questo motivo l'ultimo paragrafo è dedicato a uno studio di fattibilità tecnico-economico di letteratura che analizza i fattori da considerare per la realizzazione di un impianto a biogas.

L'ultimo capitolo del Manuale Operativo fa riferimento al secondo output generato dall'impianto, il biodigestato. Anche in questo caso dopo una breve caratterizzazione del materiale si è passati a un inquadramento normativo e ai possibili riutilizzi della risorsa.

Manuale 3: Produzione di biopolimeri da scarti dell'industria agroalimentare

I sottoprodotti da valorizzare considerati in questa sinergia sono anch'essi appartenenti alla macro-categoria dei residui dell'agro-industria, e in particolare sono: rifiuti della lavorazione del legno, rifiuti prodotti da agricoltura, imballaggi, assorbenti e stracci.

Il processo di valorizzazione è stato proposto dai laboratori Cipack e Siteia.Parma, ed è suddiviso in due fasi: una iniziale di valorizzazione e trasformazione dei residui in biopolimeri termoplastici, realizzata all'interno di un'impresa afferente al bacino dei partecipanti; successivamente una fase di conversione dei biopolimeri termoplastici in

prodotti finiti (fibre bioplastiche), realizzata all'interno di un'altra impresa, produttrice di plastiche, ma interessata a esplorare il mercato delle bioplastiche e dei biopolimeri.

La realizzazione di questa sinergia è favorita dal fatto che le due imprese hanno già collaborato in passato e lavorano anche su altri progetti; inoltre sono entrambe interessate a esplorare il mercato dei materiali bioplastici, con il supporto dei laboratori precedentemente citati, che hanno sviluppato tecnologie su scala pilota per la valorizzazione dei residui dell'agro-industria mediante trasformazione in biopolimeri.

Gli aspetti da approfondire legati a questa sinergia sono i seguenti:

- Classificazione delle risorse: al momento i sottoprodotti da valorizzare sono catalogati come rifiuti secondo le vigenti normative e in quanto tali devono essere smaltiti in discarica (senza perciò poter essere valorizzati).

A questo proposito è stato attivato un tavolo di lavoro con l'Ente di riferimento (il Servizio Rifiuti della Regione Emilia-Romagna, afferente all'Assessorato alle Attività Produttive), al fine di chiedere un cambio nella classificazione, da rifiuti a sottoprodotti⁵⁹.

Al momento della scrittura del presente Capitolo, il tavolo è ancora aperto e si sono susseguiti numerosi scambi di informazioni con il Servizio Rifiuti della Regione.

- Aspetti economici legati all'esplorazione del mercato dei biopolimeri e delle bioplastiche.

Di seguito, in Figura 107, sono riportati il layout e la tabella riassuntiva, inclusi all'interno del Manuale Operativo per la produzione di biopolimeri da scarti dell'industria agroalimentare.

⁵⁹ In relazione ai criteri necessari per la classificazione come rifiuto o sottoprodotto, si veda la nota 50.



Normativa							
Nazionale	Gestione dei rifiuti: Art 188 D.Lgs 152/06	Cessazione di qualifica di rifiuto: Art 184 ter D.Lgs 152/06	Deposito rifiuti			Iscrizione al SISTRI: Art 188 ter D.Lgs 152/06	
	Iscrizione al SISTRI: Art 188 ter D.Lgs 152/06	Classificazione della risorsa					
Provinciale			Accordi di programma per la gestione dei rifiuti agricoli				
Modulistica	Moduli necessari per il produttore di rifiuti						
Controlli	Enti preposti ai controlli per la regione: Comma 5 Art 195 D.Lgs 152/06						
	Enti preposti per i controlli per la provincia: Art 197 D.Lgs 152/06						
Autorizzazioni	Rilascio autorizzazioni per smaltimento e recupero dei rifiuti: Art.196 D.Lgs 152/06		Rilascio autorizzazioni per smaltimento e recupero dei rifiuti: Art.196 D.Lgs 152/06			Rilascio autorizzazioni per smaltimento e recupero dei rifiuti: Art.196 D.Lgs 152/06	
Procedure semplificate		Caratteristiche richieste per l'ammissione alle procedure semplificate: Art 214 D.Lgs 152/06				Operazioni di recupero: Art 216 D.Lgs 152/06	

Standard tecnici							
Standard prodotti in uscita						Standard da rispettare per i biopolimeri	
Aspetti logistici							
SISTRI			Iscrizione al SISTRI: Art 188 ter D.Lgs 152/06				
Trasporto			Trasporto rifiuti				
Raccolta			Raccolta di rifiuti				
Modulistica			Trasporto e commercio				
Aspetti economici							
Tasse	Pagamento della TARI						

Figura 107: layout e tabella relativi al Manuale Operativo per la produzione di biopolimeri da scarti dell'industria agroalimentare (Cutaita, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press)

All'interno del Manuale Operativo, come sempre, è riportata la documentazione di natura normativa e tecnica che viene richiamata nella tabella iniziale, nonché gli articoli di approfondimento. La documentazione non è riportata in forma completa, ma sono state estrapolate solo le parti interessanti per il lavoro in oggetto.

In questo caso, come definito in precedenza, le risorse in uscita dalle imprese afferenti al Segmento Upstream sono classificate come rifiuti e ricadono quindi nella normativa inerente a questa classificazione. La gestione di questi scarti è molto complessa, ma per i rifiuti agroalimentari sono state previste delle procedure di semplificazione per la gestione, oltre che delle pratiche per consentire di riutilizzare queste risorse.

Il tema della gestione degli scarti è stato affrontato all'interno del Manuale Operativo anche riportando un articolo di approfondimento, al cui interno la norma nazionale sui rifiuti da scarti agroalimentari è commentata e argomentata, e sono analizzate le possibilità offerte dalla normativa in questo settore. Il deposito, la raccolta, il trasporto e il commercio sono i temi trattati nello specifico per creare i presupposti per il riutilizzo dei rifiuti provenienti dalla filiera degli scarti agroalimentari. È stata riportata inoltre un'iniziativa della Provincia di Bologna, utile per comprendere l'interesse nei confronti di questa tematica. Sono attivi progetti simili in tutte le province emiliano - romagnole, in accordo a quanto richiesto dalla Regione al fine di armonizzare la normativa relativa a questi rifiuti senza creare ostacoli al possibile riutilizzo, mantenendo al contempo saldi i principi di sicurezza per la salute umana e ambientale.

Nella parte successiva del Manuale è stato discusso il prodotto in uscita della sinergia: i biopolimeri. Sono stati esaminati i possibili settori di riutilizzo e le potenzialità future; non è stata esaminata invece nello specifico la valorizzazione, perché l'azienda che offre la possibilità di trasformare gli scarti in compound è specializzata del settore dei polimeri e ha intenzione di sviluppare anche il settore bio, per cui dovrà studiare e sviluppare il trattamento migliore per la creazione di biopolimeri specifici. Questo potrà avvenire anche grazie al dialogo tra l'azienda trasformatrice e quella che utilizzerà i biopolimeri per la realizzazione di prodotti, in base agli standard e alle caratteristiche richiesti.

L'ultima parte del Manuale fa riferimento agli standard nazionali ed europei richiesti per l'utilizzo e la commercializzazione dei biopolimeri, con particolare attenzione alla differenza tra quelli biodegradabili e compostabili. In chiusura del capitolo è stato riportato un testo contenente alcune considerazioni sulla sostenibilità ambientale, economica, sociale e sensoriale dei biopolimeri, oltre a un excursus normativo.

L'ultimo capitolo chiude la trattazione con una panoramica sulle possibili tariffazioni applicate ai produttori di rifiuti e alcuni chiarimenti sui dubbi più frequenti riguardo il pagamento della TA.RI per i rifiuti speciali.

Nel complesso, anche in questo caso, come nei casi precedenti, si è cercato di fornire alle imprese non solo le informazioni puramente tecniche connesse alla normativa, ma anche informazioni maggiormente “pratiche”, derivanti dalla consultazione di articoli divulgativi o comunque utili ai fini della realizzazione dei percorsi di simbiosi precedentemente individuati.

8.5. Risultati della seconda fase dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale

La seconda fase dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale ha seguito, come detto, una prima fase nel corso della quale sono state individuate numerose sinergie potenziali tra un numero di partecipanti, coinvolti sulla base delle loro caratteristiche e del settore produttivo di appartenenza. Nel corso di questa seconda fase, alcune delle sinergie precedentemente individuate, selezionate sulla base di criteri di numerosità, rilevanza e partecipazione, sono state approfondite al fine di individuare le principali criticità e gli ostacoli alla realizzazione pratica dei percorsi di simbiosi.

Questa attività è stata realizzata nel corso di più fasi:

- Selezione delle sinergie da approfondire: ne sono state individuate 3 (“Produzione di sostanze nutraceutiche da scarti dell'industria agroalimentare”, “Produzione di energia da scarti dell'industria agroalimentare”, “Produzione di biopolimeri da scarti dell'industria agroalimentare”). La scelta è avvenuta in ragione dell'estensione dei percorsi di simbiosi, del numero di imprese e di laboratori coinvolti, e delle potenzialità rivestite in termini di sbocchi finali.
- Approfondimento dei dati forniti dalle imprese e dai laboratori afferenti alle sinergie individuate. Questa fase è stata sviluppata attraverso la richiesta di integrazione dei dati precedentemente forniti, oppure tramite nuovi contatti ad hoc. Alle aziende è stato chiesto di integrare le informazioni relative ai flussi di materiali, mentre ai laboratori di definire in maniera più precisa la metodologia e gli sbocchi dei percorsi di valorizzazione.

- Redazione di Manuali Operativi, uno per ciascuna sinergia. I Manuali Operativi sono stati redatti in modo da riassumere in maniera efficace e completa le informazioni relative alla sinergia (sulla base dei dati forniti dai partecipanti, aziende e laboratori) e gli aspetti salienti dei singoli passaggi del percorso di simbiosi. In questo modo è stato possibile evidenziare gli aspetti non ostacolanti e, soprattutto, gli aspetti da approfondire e quelli ostacolanti: queste ultime due categorie sono state quelle cui è stata rivolta maggiore attenzione, nell'ottica di superare le problematiche connesse alla chiusura dei cicli. Nei Manuali sono anche stati inseriti i riferimenti a normative, standard, ecc. al fine di raccogliere in un unico documento tutte le informazioni utili relative alla sinergia.
- Contatto con gli Enti e le istituzioni preposte al fine di superare gli aspetti ostacolanti: sono stati attivati tavoli di lavoro al fine di risolvere problematiche normative che ostacolano la chiusura dei percorsi di simbiosi individuati. Queste problematiche, particolarmente sentite nel caso della sinergia mirata alla realizzazione di biopolimeri da scarti dell'industria agroalimentare, sono connesse alla classificazione dei sottoprodotti da valorizzare come rifiuti, ragione che ne impedisce trattamenti diversi dallo smaltimento in discarica. I tavoli di lavoro, attivati con la Regione Emilia-Romagna, sono mirati a fornire le informazioni e le soluzioni utili a dimostrare l'efficacia e la sicurezza del percorso di valorizzazione, ai fini di un cambiamento della classificazione dei residui, da rifiuti a sottoprodotti. Al momento, questi tavoli di lavoro sono ancora attivi.

Il principale obiettivo raggiunto nel corso di questa seconda fase di progetto, quindi, è consistito nell'approfondimento delle sinergie individuate e nel fatto di aver avvicinato i partecipanti (aziende e laboratori) alla loro realizzazione pratica, attraverso la redazione di Manuali Operativi utili a individuare criticità e aspetti da approfondire.

Altro obiettivo, strettamente correlato al macro-obiettivo della prima fase, è stato anche quello di aver ulteriormente contribuito alla diffusione della cultura della Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna attraverso un'estensione delle attività. Gli incontri realizzati sia con imprese che con le istituzioni hanno infatti permesso di far conoscere le potenzialità di questo modello di chiusura dei cicli e dei processi produttivi, nell'ottica di replicarlo su scala più ampia.

La seconda fase dell'attività sperimentale pilota di simbiosi, inoltre, ha portato alla realizzazione di un secondo articolo scientifico, attualmente in fase di revisione da parte

dell'Environmental Engineering and Management Journal, "Green – Industrial Symbiosis project – II Phase. Results from an industrial simbiosi pilot project in Emilia-Romagna region" (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region, In press). Un articolo da esso derivato è stato inoltre presentato nel corso di "Ecomondo 2015".

9. Risultati complessivi dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale e conclusioni

L'attività sperimentale pilota sulla Simbiosi Industriale è stata avviata in Emilia-Romagna nel 2012, grazie a un iniziale finanziamento di Unioncamere Emilia-Romagna, e sviluppata da Aster ed ENEA UTTAMB, con il coinvolgimento di imprese e istituzioni del territorio e il supporto di diversi laboratori afferenti alla Rete Alta Tecnologia della regione.

L'attività si è articolata in una prima fase, nel corso della quale sono state coinvolte 13 imprese, 8 laboratori e 2 Enti e Istituzioni. Questa prima parte di progetto ha portato all'individuazione di 49 possibili percorsi di simbiosi tra i soggetti partecipanti, cioè di possibili percorsi di valorizzazione dei residui di alcune imprese (afferenti al cosiddetto Segmento Upstream) attraverso eventuali processi di trasformazione (suggeriti e realizzati dai laboratori) che li rendano materie prime - seconde utilizzabili da altre imprese (afferenti al Segmento Downstream).

Nel corso della seconda fase, sono state selezionate 3 macro-filiere di simbiosi, che sono state analizzate nei singoli passaggi, al fine di individuare le principali criticità che ne ostacolano la realizzazione pratica e le relative soluzioni.

I risultati quantitativi dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale sono riportati di seguito:

- Coinvolgimento di 13 imprese, 8 laboratori, 2 Enti e istituzioni.
- Individuazione di 49 possibili percorsi di Simbiosi.
- Individuazione di 90 potenziali sinergie tra i partecipanti.
- Redazione di 3 Manuali Operativi.
- Pubblicazione di 4 paper scientifici (2 su rivista e 2 in atti di convegno) sul tema della Simbiosi Industriale e sull'esperienza condotta al riguardo in Emilia-Romagna.

I risultati qualitativi sono sintetizzati di seguito:

- Diffusione della cultura di Simbiosi Industriale sul territorio emiliano – romagnolo.

- Inserimento della simbiosi all'interno del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti della Regione Emilia-Romagna, in qualità di “strumento utile a ridurre quantitativo e pericolosità dei rifiuti speciali in Emilia-Romagna”.
- Attivazione di tavoli di lavoro con la Regione Emilia-Romagna al fine di superare alcune criticità connesse all'attuale normativa sulla gestione dei rifiuti, che ostacolano la chiusura di una filiera di simbiosi.
- Aumento della coesione territoriale e dei network relazionali tra i soggetti coinvolti nell'attività pilota.
- Interazione con il programma europeo “Pioneers Into Practice”, finalizzata alla realizzazione di 5 studi di fattibilità su altrettanti percorsi di simbiosi individuati nella prima fase del progetto.
- Realizzazione di 2 convegni di diffusione dei risultati dell'attività sperimentale pilota.
- Realizzazione di 4 visite “didattiche” presso altrettanti laboratori della Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna, con l'obiettivo di far conoscere le tecnologie e le competenze esistenti sul territorio in materia di valorizzazione e trasformazione di residui e sottoprodotti.

A questi risultati si possono aggiungere anche alcune considerazioni, relative all'utilità di questa attività pilota, che ha permesso di “mettere a sistema” le competenze di diversi attori, sia regionali (Aster, i laboratori, le università) che extra-regionali (ENEA UTTAMB, di Roma), facendo massa critica attorno a un tema nuovo e consentendo di estendere le reciproche conoscenze in materia. Anche la capacità di aver messo a sistema imprese afferenti a diversi settori produttivi, enti e istituzioni, condividendo informazioni “sensibili” ha consentito di condividere idee, progetti e creare una cultura comune in materia di chiusura dei cicli produttivi. Diverse imprese partecipanti, infatti, hanno espresso al termine dell'attività l'apprezzamento per quanto realizzato soprattutto in ragione del fatto di aver trovato potenziali partner con cui realizzare processi di Simbiosi Industriale.

A questi aspetti positivi, va inoltre aggiunto il grande interesse manifestato dalla Regione Emilia-Romagna nei confronti degli strumenti dell'Economia Circolare (come dimostra l'approvazione della Delibera n.871/2015 e la Legge Regionale 5 ottobre 2015, la prima da

parte di una Regione in Italia e in Europa ad appoggiare le strategie europee in materia) e il favorevole contesto comunitario, stimolato dal nuovo pacchetto di misure emesso a dicembre 2015. Questo contesto potrebbe favorire la diffusione di modelli e progetti analoghi a quello pilota sviluppato in Regione, anche su scala più estesa.

L'attività ha fatto però emergere anche delle criticità da non sottovalutare (soprattutto nell'ottica di dare seguito al progetto) riepilogate di seguito:

- “Scoraggiamento” da parte delle imprese ad approcciarsi a processi di riciclo, ri-uso e valorizzazione di sottoprodotti a causa della complessità del contesto normativo. La presenza di “livelli” normativi differenti (comunitario, nazionale, regionale, locale) e di soggetti diversi cui fare riferimento (Regioni e Province, o autorità locali e di controllo) crea confusione e spaesamento, che si traducono nella scelta – da parte delle imprese – di intraprendere spesso strade “più semplici” (smaltimento in discarica), invece che cercare soluzioni di natura diversa. Il fattore della complessità normativa, infatti, è stato indicato come il principale ostacolo da parte delle imprese partecipanti, seguito dalla lunghezza della burocrazia e delle tempistiche a essa connesse.
- Mancanza di connessioni forti e durature tra il mondo della ricerca industriale e il mondo imprenditoriale, soprattutto in Italia. La problematica dell'assenza di collegamenti si traduce nell'assenza di applicazioni dei risultati di laboratorio all'interno delle imprese: molto spesso le ricerche restano su scala pilota e sono poi abbandonate per via della mancanza di fondi. Questo è legato a varie ragioni: in primis, la difficoltà per i due mondi, ricerca e impresa, di parlare lo stesso linguaggio. Inoltre, la congiuntura economica negativa degli ultimi sette anni ha portato le imprese a ridurre significativamente il proprio orizzonte temporale di ritorno degli investimenti: per quanto sia stato dimostrato che le imprese che innovano sono anche quelle che soffrono meno la crisi, le realtà imprenditoriali (anche a causa delle ridotte dimensioni) spesso fanno fatica ad allocare budget per attività di ricerca che non siano prettamente “core business” o che abbiano immediati ritorni economici.
- Necessità di lavorare ancora sugli aspetti “culturali” di condivisione delle informazioni tra imprese: le aziende partecipanti, dopo un'accurata spiegazione degli obiettivi dell'attività, della metodologia del progetto e delle modalità di trattamento dei dati, hanno accettato di condividere informazioni sensibili inerenti i

propri flussi di materiali in ingresso e in uscita. Bisogna però tenere conto del fatto che questo è accaduto in seguito a un'attività di preparazione, in un contesto territoriale favorevole e lavorando con imprese "di eccellenza". Nell'ottica di replicare su scala maggiore questa attività, bisognerà fare attenzione alle problematiche culturali di condivisione delle informazioni e di collaborazione tra imprese (specialmente degli stessi settori produttivi), particolarmente critiche in Italia.

In Figura 108, le considerazioni raccolte sull'attività pilota sperimentale sulla Simbiosi Industriale, espresse in termini di punti di forza e debolezza, opportunità e minacce, sono sintetizzate e riepilogate all'interno dell'analisi SWOT realizzata a posteriori della conclusione del progetto.

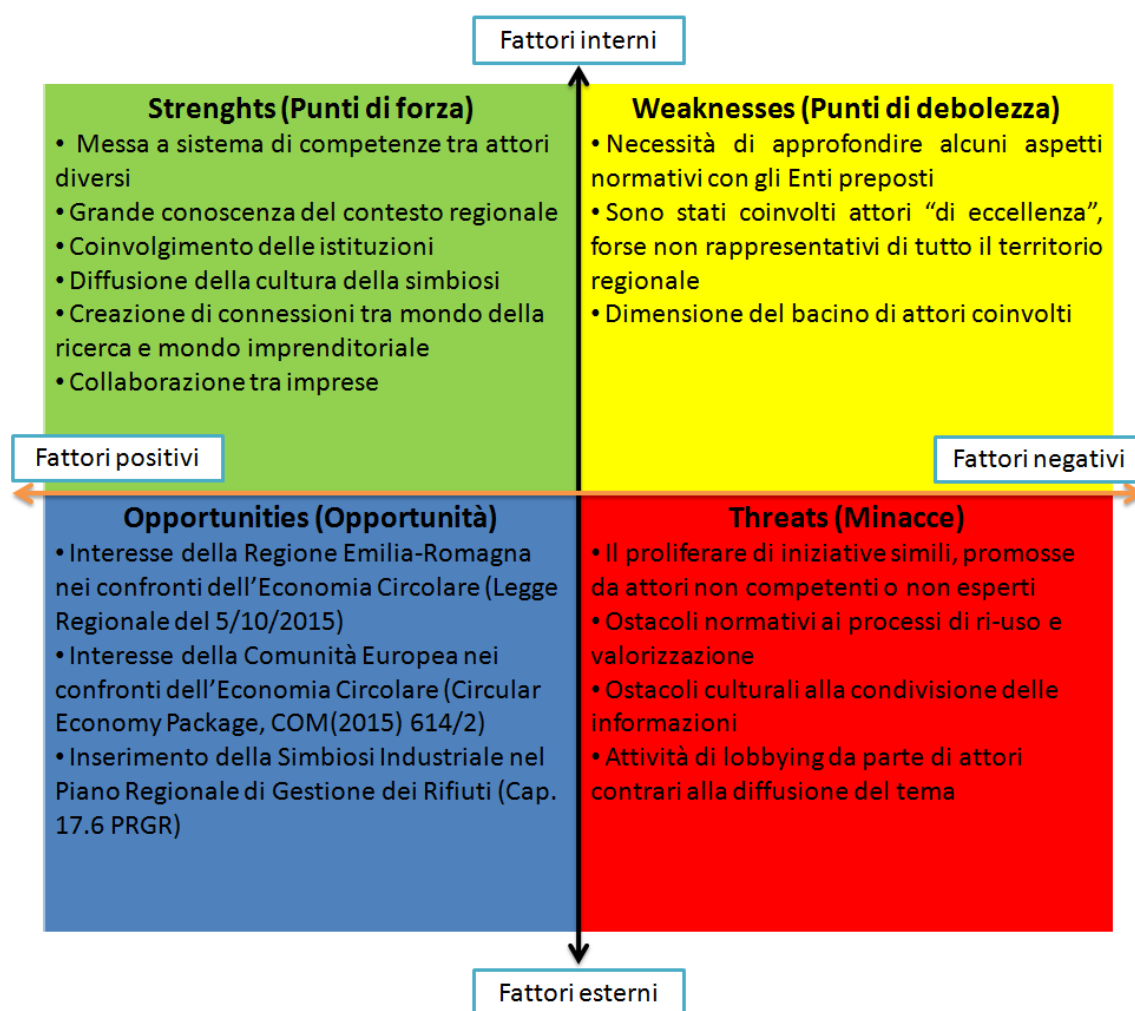


Figura 108: Analisi SWOT dell'attività pilota sperimentale di Simbiosi Industriale, realizzata a posteriori della conclusione

CAPITOLO 4 –ANALISI DEI FATTORI ABILITANTI E DELLE “CONDIZIONI AL CONTORNO” PER LA REALIZZAZIONE E LA REPLICABILITÀ DI MODELLI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE

1. Introduzione

L’attività oggetto di questo dottorato non ha riguardato unicamente l’analisi della letteratura in materia di Sviluppo Sostenibile, Green Economy, Circular Economy e Simbiosi Industriale, e la realizzazione dell’attività pilota sperimentale di simbiosi, ma ha portato all’approfondimento di altre tematiche connesse all’argomento. In particolare, l’attenzione e lo studio si sono concentrati sull’individuazione e sull’analisi dei fattori “abilitanti” dei processi di simbiosi: i fattori che influenzano cioè (in negativo, come criticità, o in positivo, come opportunità di innesco e sviluppo) la realizzazione pratica di modelli e processi di chiusura dei cicli produttivi.

All’interno di questo Capitolo sono quindi riportate le analisi e gli approfondimenti realizzati al fine di individuare anche i parametri e le condizioni al contorno necessarie per rendere replicabili sul territorio italiano i modelli di Simbiosi Industriale realizzati all’estero.

In particolare, è stato realizzato anche uno studio finalizzato a confrontare il contesto normativo italiano con quello inglese (che ha permesso la realizzazione dell’esperienza del NISP, il network nazionale di Simbiosi Industriale del Regno Unito), nell’ottica di individuare potenziali buone pratiche (e soluzioni) da adottare in Italia.

Questo lavoro di ricerca ha portato alla realizzazione di diversi paper scientifici, pubblicati su rivista e in atti di convegno.

Di seguito, l’elenco delle pubblicazioni su rivista:

- “Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: Critical Success Factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, Andrea Fanelli, Paolo Cibotti, in: *Waste and Biomass Valorization Journal*, Volume 6, No. 2, April 2015. Springer, ISSN 1877-2641, DOI 10.1007/s12649-015-9380-5.

- “Industrial symbiosis development in Italy: How the regulatory framework affects the feasibility of processes”, Antonella Iacondini, Ivano Vassura, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, in: *Environmental Science, Engineering and Management* (ESEM), Volume 1, No. 2, 2014 , 187-192. SNSIM (ISSN: 2392 - 9537, ISSN-L: 2392 - 9537, eISSN: 2392 - 9545).
- “Industrial Symbiosis in Italy as a tool for sustainability: case study analysis and replicability”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Luciano Morselli, Fabrizio Passarini and Ivano Vassura, in: *Environmental Science, Engineering and Management* (ESEM), Volume 1, No. 1, 2014 , 19-25. SNSIM (ISSN: 2392 - 9537, ISSN-L: 2392 - 9537, eISSN: 2392 - 9545).

Di seguito, l’elenco delle pubblicazioni in atti di convegno:

- “Industrial symbiosis and regulatory issues: a comparison between the Italian and the British case”, Mencherini Ugo, Iacondini Antonella, Passarini Fabrizio, Vassura Ivano, D. Rachel Lombardi, Adrian Murphy. In: *Atti di Ecomondo 2015*. Rimini, 7 novembre 2015.
- “Industrial symbiosis as a tool for sustainable development: the experience of “Green” project in Emilia-Romagna”, Ugo Mencherini, Antonella Iacondini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, in: *Atti del X Convegno Nazionale dei Sociologi dell'Ambiente*. Bologna, 18 giugno 2015.
- “Industrial Symbiosis in Italy as a tool for sustainability: case study analysis and replicability”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Luciano Morselli, Fabrizio Passarini and Ivano Vassura, in: *Atti di Ecomondo 2014*. Rimini, 7 novembre 2014.
- “Industrial symbiosis development in Italy: How the regulatory framework affects the feasibility of processes”, Antonella Iacondini, Ivano Vassura, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, in: *Atti di Ecomondo 2014*. Rimini, 7 novembre 2014.
- “Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: Critical Success Factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, Andrea Fanelli, Paolo Cibotti, in: *Symbiosis International conference 2014 proceedings*. Atene, 19-21 giugno 2014.

2. Analisi di altri progetti regionali per la chiusura dei cicli produttivi: individuazione di fattori critici e vincoli

2.1. Gli obiettivi dell'analisi e il contesto di realizzazione dei progetti

Come riportato nei capitoli precedenti, si annoverano diverse esperienze di simbiosi (realizzate quasi esclusivamente all'estero e studiate nell'ambito della ricerca industriale) che sarebbero interessanti da replicare in Italia. L'obiettivo della diffusione di questi modelli e processi innovativi di ri-uso delle risorse, è di renderli di interesse anche dal punto di vista degli *stakeholder* industriali: conferendo cioè loro un appeal di natura economica e non solo ambientale (di interesse prevalentemente delle istituzioni).

Come già anticipato nell'ultimo paragrafo del Capitolo 3, e come sarà dettagliato di seguito, al momento in Italia la diffusione di queste metodologie non si è ancora realizzata a causa dell'effetto combinato di numerose criticità. Tra queste, le più rilevanti sono le difficoltà connesse al rispetto della normativa e all'assenza di una seria cultura della collaborazione e della condivisione tra imprese (oltre che tra imprese e mondo della ricerca industriale).

L'attività di ricerca, condotta sia sulla base dell'esperienza pilota sperimentale di simbiosi realizzata in Emilia-Romagna (descritta nel Capitolo 3), sia sulla base di altre esperienze simili (aventi come focus la condivisione di risorse tra attori industriali e non solo), è stata quindi mirata all'analisi di tali criticità, con un particolare focus sul contesto normativo, al fine di esplicitare gli ostacoli connessi alla diffusione di queste buone pratiche, cercando inoltre di individuare possibili soluzioni al riguardo.

Nel complesso, come si vedrà, la simbiosi ha dimostrato di essere uno strumento dotato di notevoli potenzialità anche in termini di crescita economica, specialmente in un contesto di crisi e stagnazione come quello attuale. Necessita però di essere accompagnata e favorita da tutti gli attori del processo, in primis dalle istituzioni, così da superare le problematiche precedentemente citate.

La Simbiosi Industriale, infatti, è ritenuta sempre più strategica come strumento di crescita economica, crescita "verde", innovazione e, chiaramente, come strumento in grado di determinare un utilizzo più efficiente delle risorse a livello industriale. È citata sia in documenti comunitari (a partire dalla Politica di Coesione della Comunità Europea, Strategia Europa 2020), che in documenti nazionali e regionali (ad esempio, si trova

all'interno delle *Smart Specialization Strategy – S3* della Regione Lazio e della Regione Emilia-Romagna).

Questo complesso e variegato contesto è riepilogato in Figura 109: all'interno di questo schema, realizzato e presentato nella pubblicazione “Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: critical success factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations” sono state riportate non solo le normative che regolano i processi di simbiosi (ossia le normative connesse al trattamento dei rifiuti), ma anche le principali fonti di finanziamento per progetti sulla simbiosi e le strategie che ne incoraggiano l'adozione, sia a livello Europeo, che Italiano, che Emiliano - romagnolo (Iacondini, Mencherini, Passarini, Vassura, Fanelli, & Cibotti, Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: critical success factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations, 2015).

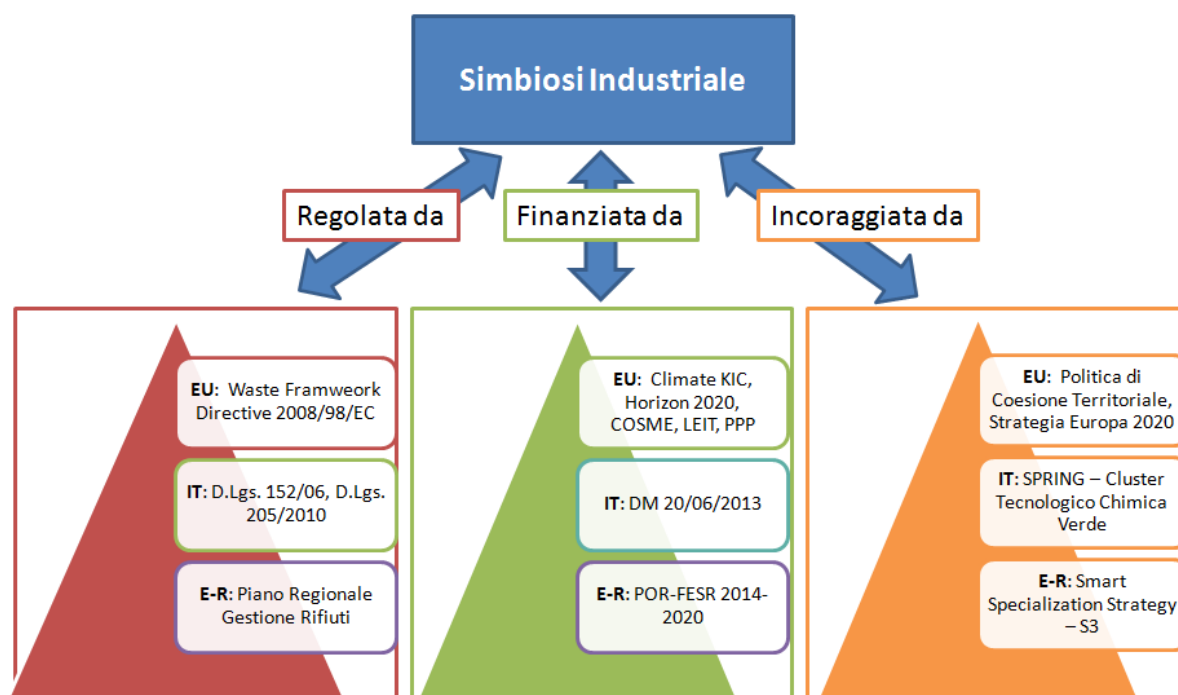


Figura 109: Panorama generale (contesto normativo, strategie e opportunità di finanziamento) relativo alla Simbiosi Industriale, con particolare riferimento all'Emilia-Romagna(Iacondini, Mencherini, Passarini, Vassura, Fanelli, & Cibotti, Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: critical success factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations, 2015)

Si può notare, dall'analisi della letteratura in materia o dall'esperienza del progetto sperimentale pilota di simbiosi realizzato in Emilia-Romagna, che anche in Italia esistono quantomeno studi di fattibilità riguardanti la chiusura di cicli produttivi tramite

l'applicazione di tecnologie in possesso di un TRL⁶⁰ anche elevato. Nonostante questo, nel nostro Paese l'adozione diffusa e la traduzione pratica di tali metodologie e modelli all'interno del contesto imprenditoriale appare ancora lontana.

2.2. Approfondimento degli aspetti critici attraverso l'analisi di esperienze regionali

Al fine di approfondire gli aspetti critici precedentemente citati, con particolare riferimento al territorio emiliano - romagnolo, si è deciso di fare riferimento a tre progetti sviluppati in regione, aventi l'obiettivo di chiusura dei cicli produttivi, il riuso e la valorizzazione delle risorse e, in due casi, lo studio di modelli di Simbiosi Industriale.

La metodologia del lavoro ha previsto l'analisi del contesto, le premesse e i percorsi di realizzazione delle attività.

I progetti, schematizzati in Figura 110, sono i seguenti:

- Climate KIC - Pioneers into Practice: realizzato con un finanziamento europeo.
- Progetto "Green – Simbiosi Industriale": realizzato con un finanziamento regionale.
- CSA - Comunità di Supporto Agricolo: realizzato con un finanziamento provinciale.

È stata specificata la natura del finanziamento per definire i differenti livelli di contesto all'interno dei quali i singoli progetti sono stati sviluppati (pur avendo tutti ricaduta locale).

⁶⁰ Vedasi nota 34.

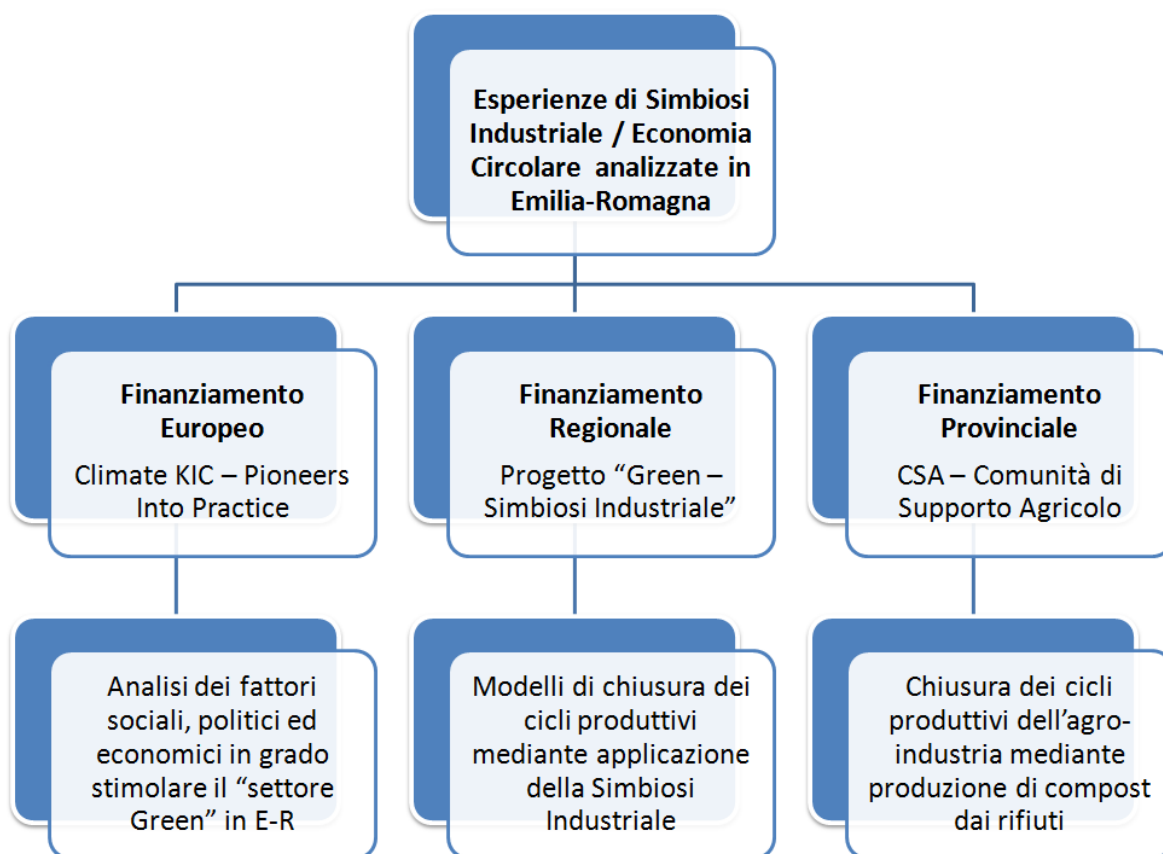


Figura 110: i progetti di Simbiosi Industriale ed Economia Circolare realizzati in Emilia-Romagna (finanziati a diverso livello), presi in considerazione per l'analisi dei fattori critici (Iacondini, Mencherini, Passarini, Vassura, Fanelli, & Cibotti, Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: critical success factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations, 2015)

Del progetto “Green – Simbiosi Industriale”, ossia l’esperienza pilota sperimentale di simbiosi, si è diffusamente parlato all’interno del Capitolo 3. Per tale ragione, di seguito si procederà alla descrizione solo degli altri due progetti.

Climate KIC - Pioneers into Practice (finanziamento Europeo): breve analisi del contesto normativo inglese e confronto con quello italiano

La Climate-KIC (Knowledge Innovation Community) è un'iniziativa europea istituita e promossa dall'EIT - European Institute of Innovation and Technology⁶¹ per diffondere la

⁶¹ L'EIT - European Institute of Innovation and Technology è un organo indipendente della Comunità Europea, fondato nel 2008 con il fine di incrementare la capacità di innovazione europea, in particolare tramite la formazione di “talenti” e lo sviluppo di idee al riguardo. L’obiettivo della struttura, in particolare, consiste nel miglioramento dei processi di innovazione tramite l’integrazione di formazione e imprenditoria con ricerca e innovazione.

L’attività dell'EIT si sviluppa attraverso le KICs (Knowledge and Innovation Communities), comunità collaborative per l’eccellenza della ricerca a forte impatto europeo.

conoscenza, promuovere l'innovazione e favorire lo sviluppo e la creazione di una società low carbon. Al suo interno la Climate-KIC aggrega imprese, università, enti di ricerca, amministrazioni pubbliche, ONG e altre organizzazioni impegnate nella lotta ai cambiamenti climatici: complessivamente sono oltre 200 i partner dell'associazione, che fanno riferimento a 12 centri di eccellenza presenti in 10 paesi europei. In Italia ASTER coordina le attività del Regional Innovation Centre dell'Emilia-Romagna, cui partecipano 12 altre organizzazioni impegnate nella realizzazione di azioni innovative per lo sviluppo sostenibile e la promozione della green economy.

Tra i numerosi progetti sviluppati dalla Climate-KIC, questa analisi si è sviluppata nel contesto del *Pioneers into Practice (PIP)*, ossia il programma di mobilità professionale della Climate-KIC, finalizzato alla promozione delle competenze e alla nascita di progetti innovativi sul tema del cambiamento climatico. In particolare, l'obiettivo del programma è quello di creare una nuova generazione di *low carbon innovators*, capace di applicare le competenze acquisite e di gestire l'innovazione verso una società a ridotte emissioni di CO₂. Per questa ragione, ogni anno il *Pioneers into Practice* seleziona dei "pionieri" e li accompagna in un percorso annuale (comprensivo di due periodi di lavoro-apprendimento, detti *placement*, della durata di un mese ciascuno, svolti presso strutture operanti nelle 6 regioni partner) per sviluppare al massimo le loro competenze nella lotta al cambiamento climatico (Climate-KIC, 2015).

Tramite il PIP è stato quindi possibile realizzare un'attività di *placement* in collaborazione tra l'Università di Bologna e International Synergies di Birmingham – UK (l'ente responsabile del NISP), avente come obiettivo l'analisi del contesto inglese in termini di normative, linee guida tecniche, politiche sui rifiuti e fattori abilitanti. I principali step di questa attività sono stati i seguenti:

- Analisi dell'esperienza inglese, identificazione dei principali *stakeholder*, individuazione di esperienze "collaterali" al network di simbiosi nazionale.
- Studio delle politiche e delle normative del Regno Unito che regolano il processo di riuso delle risorse e di smaltimento dei rifiuti, e delle politiche mirate a stimolare l'applicazione di modelli di Economia Circolare.
- Individuazione dei fattori critici, da confrontare con quelli identificati per il caso italiano.

Le KICs attive sono: Climate change (Climate KIC, dal 2010), Sustainable energy (KIC InnoEnergy, dal 2010), ICT innovation (EIT ICT Labs, dal 2010), Health (EIT Health, dal 2015), Raw Materials (EIT Raw Materials, dal 2015) (EIT - European Institute of Innovation and Technology).

Il risultato più importante di questa attività di scambio è derivato dalle interviste realizzate con le imprese coinvolte nel network di simbiosi inglese, con International Synergies e con gli amministratori pubblici locali, che hanno permesso di ottenere dati e informazioni preziose soprattutto sull'approccio delle imprese inglesi al network di simbiosi.

CSA – Comunità di Supporto all'Agricoltura (finanziamento provinciale): analisi delle problematiche normative connesse a un progetto di chiusura dei cicli produttivi in ambito agricolo

Questa analisi si è svolta a partire dal progetto delle Comunità di Supporto all'Agricoltura: realizzato nella provincia di Rimini a partire dal 2008, ha avuto l'obiettivo di replicare a livello locale il modello alternativo di coltivazione e di distribuzione del cibo basato sulle economie locali, sviluppato inizialmente negli Stati Uniti nel 1980.

Con CSA, in particolare, si intendono reti o associazioni di individui che hanno scelto di sostenere una o più aziende agricole locali, condividendo con i produttori i rischi e i benefici connessi alla produzione del cibo. I membri (o sottoscrittori) della CSA pagano anticipatamente, all'inizio della stagione agraria, una parte del raccolto; una volta iniziato il raccolto ricevono settimanalmente la loro parte di frutta e verdura mediante una cassetta concordata. Nel corso degli anni le CSA americane si sono sviluppate in forme complesse, che includono la partecipazione di più aziende e si rivolgono anche a consumatori organizzati e collettivi come alberghi e ristoranti.

Questo modello complesso, basato sui concetti di rete di impresa, di complementarità produttiva e sulle forme plurali del consumo familiare e organizzato, costituisce il fondamento della forma specifica di Comunità di Supporto Agricolo che Auser Territoriale Rimini e la Provincia di Rimini hanno promosso e sperimentato sul territorio provinciale⁶².

L'analisi considerata all'interno di questo paragrafo, in particolare, ha riguardato la parte di Progetto CSA relativa allo studio di fattibilità per la chiusura dei cicli produttivi di una comunità tramite l'utilizzo dei rifiuti agricoli per la produzione di compost di alta qualità. Lo studio di fattibilità (non oggetto di questo lavoro di dottorato) si è sviluppato in due fasi:

- Analisi tecnica sul territorio: questo passaggio è stato realizzato per definire il ruolo del compost, sia come ammendante per il suolo in colture organiche che come

⁶² Per maggiori dettagli, si veda la pagina del sito di Auser Rimini dedicata al Progetto CSA:
http://www.auserimini.it/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=156

materiale in grado di proteggere il suolo, tramite valutazione del bilancio umico⁶³. Lo scopo è stato quello di valutare la possibilità di creare un ciclo virtuoso, nel quale il compost è prodotto solo da residui organici (generati dai rifiuti di comunità), al fine di evitare la presenza di sostanze chimiche.

- Analisi delle normative: questa fase ha riguardato lo studio degli aspetti di regolamentazione inerenti lo smaltimento dei rifiuti, la produzione di compost e il trasporto di compost all'interno delle CSA.

2.3. Risultati dell'analisi delle esperienze regionali

L'analisi delle tre esperienze realizzate in Emilia-Romagna ha consentito di individuare alcune criticità che sono risultate essere comuni e condivise:

- Contesto normativo Italiano inadeguato a causa della frammentazione (tra normative nazionali e relativi recepimenti regionali e provinciali) e della complessità.
- Assenza di *commitment* forte a livello istituzionale. Il coinvolgimento istituzionale è uno dei fattori che determina la differenza tra la Simbiosi Industriale e, più semplicemente, il riciclo. La simbiosi ha uno scopo primariamente economico (ottenimento di vantaggi competitivi mediante il recupero di risorse), a differenza del riciclo che nasce per ragioni prevalentemente ambientali (riduzione del materiale smaltito in discarica), e soprattutto richiede uno sforzo di coordinamento da parte delle istituzioni per essere innescato, sia in ragione della sua complessità, che del fatto di non essere una pratica obbligatoria.
- Mancanza di collaborazione tra imprese afferenti a filiere produttive diverse (e anche alle stesse filiere produttive). Questa criticità, vera in generale nel caso italiano, ha comunque una certa variabilità anche in base al contesto territoriale.
- Resistenza da parte delle imprese alla condivisione di dati sensibili riguardanti i propri processi produttivi, in particolar modo i propri flussi di output.
- Ridotta comunicazione tra comparto industriale e mondo della ricerca. Va però sottolineato che questa criticità si sta progressivamente superando, anche a causa

⁶³ Il bilancio umico è uno strumento che calcola e mette in relazione le perdite per mineralizzazione del carbonio (C) organico che avvengono nel terreno in un anno e gli apporti di carbonio organico umificato ottenuti tramite l'impiego di matrici organiche e anche con pratiche conservative, ad esempio l'inerbimento o il sovescio. La differenza fra i due valori permette di valutare se la dotazione di carbonio organico nel suolo aumenta, si mantiene stabile o diminuisce (Scagliarini, et al., 2009).

della necessità delle imprese di acquisire vantaggi competitivi tramite l'innovazione tecnologica.

- Problematiche connesse alla convenienza economica: le aziende, specialmente in un momento di crisi, hanno reticenza a investire in processi di riuso delle risorse con tempi di ritorno non a breve termine.

Dal confronto delle tre esperienze di Economia Circolare prese in considerazione (come detto, il Progetto “Green – Simbiosi Industriale”, esperienza pilota di simbiosi in regione, è stato descritto nel Capitolo 3) è stato perciò possibile trarre anche alcune considerazioni riguardanti le condizioni per lo sviluppo di modelli di simbiosi in Emilia-Romagna.

È risultato che la complessità del panorama normativo e il timore di incorrere in sanzioni, legate al mancato rispetto di qualche requisito di legge, rallentano significativamente le imprese (in generale, gli *stakeholder* industriali) nell'intraprendere un percorso di innovazione, mirato al riuso dei sottoprodotti, che avrebbe vantaggi sia economici che ambientali.

In particolar modo, il contesto normativo italiano risulta essere più complesso e severo di quelli di altri Paesi europei, Gran Bretagna in primis: esiste la distinzione tra “rifiuto urbano” e “rifiuto speciale” (con analoghe differenze nel processo di smaltimento), e bisogna fare i conti con molteplici “livelli normativi” (nazionale, regionale, provinciale, comunale) che non sempre dialogano tra loro e, in certe occasioni, risultano perfino in conflitto. Questa è la principale ragione che ostacola lo sviluppo di modelli di simbiosi e riuso delle risorse in Italia.

Analogamente, in Italia mancano delle linee guide tecniche per una gestione sostenibile dei rifiuti prodotti a livello industriale, presenti invece nel Regno Unito (UK Government, 2014): questi documenti, facilmente accessibili, consentono infatti di comprendere e applicare più facilmente la normativa. In particolar modo, i documenti inglesi risultano chiari, completi e disponibili.

L'approccio della normativa britannica, infatti, parte dalla considerazione della necessità, per gli imprenditori, di riutilizzare i propri rifiuti e di avere chiarezza al riguardo delle modalità di accesso a questi processi. Come indicato all'interno del *Quality Protocol*, infatti, la chiarezza è un aspetto dirimente: “L'incertezza riguardo al momento in cui il rifiuto viene completamente recuperato e cessa di essere rifiuto ai sensi dell'Articolo 3(1) della Direttiva Europea sui Rifiuti (2008/98/EC) ha inibito lo sviluppo di processi e

mercati connessi al recupero di materiali, che potrebbero invece essere utilizzati senza danneggiare la salute umana e dell'ambiente. In alcuni casi, questa incertezza ha anche inibito i processi di recupero e riciclo dei rifiuti” (UK Government, 2012).

Questo problema, con cui nel Regno Unito si sono confrontati nel corso del decennio passato e che hanno risolto anche attraverso la pubblicazione di documenti come il *Quality Protocol*, è proprio uno degli aspetti critici precedentemente citati nel caso italiano. È difficile capire quando un rifiuto può invece essere de-classificato a sottoprodotto e venire così recuperato. Come riporta il *Quality Protocol*, il problema nel Regno Unito è stato risolto in maniera univoca: “L’interpretazione della normativa europea in materia di rifiuti spetta alla Corte, che dispone di un insieme di casi di legge relativi alla problematica della definizione di rifiuto ai sensi dell’Articolo 3(1) della Direttiva Europea sui Rifiuti (2008/98/EC). Tramite l’analisi di questa documentazione è possibile individuare il punto in corrispondenza del quale un rifiuto cessa di essere tale e quindi decadono le prescrizioni della Direttiva Europea sui Rifiuti” (UK Government, 2012).

Il passo successivo alla definizione del contesto normativo da parte del governo inglese è consistito nella redazione di questo documento tecnico, il *Quality Protocol*, che ha anche tradotto in linguaggio tecnico le prescrizioni: “Il Quality Protocol definisce i criteri “end of waste” per la produzione e l’uso di prodotti a partire da una specifica tipologia di rifiuto. Il rispetto di questi criteri è ritenuto sufficiente per assicurare che il prodotto completamente recuperato possa essere usato senza però ridurre l’efficacia della Direttiva Europea sui Rifiuti (2008/98/EC) e senza l’esigenza di controlli. In aggiunta, il Quality Protocol indica quali conformità devono essere rispettate e suggerisce buone pratiche per il deposito, il trasporto e l’uso dei prodotti completamente recuperati. Il Quality Protocol inoltre mira ad aumentare la percezione di affidabilità del mercato nei confronti della qualità dei prodotti completamente recuperati dai rifiuti, così da incoraggiare ulteriormente il recupero e il riciclo” (UK Government, 2012).

In parallelo a questa analisi delle criticità affrontate e risolte a livello inglese, lo studio ha permesso anche di confermare (come già evidenziato nel Capitolo 3, in merito all’esperienza pilota sperimentale di Simbiosi Industriale) che i principali scogli all’applicazione di modelli di riuso in Italia vengono, anche nel caso del comparto agricolo (Progetto CSA), dalla normativa (in materia di logistica, trasporto e trasformazione).

Nel complesso, l'analisi delle esperienze regionali ha confermato il rilevante interesse degli *stakeholder* industriali e dell'ecosistema della ricerca nei confronti delle buone pratiche di riuso delle risorse, in particolare della Simbiosi Industriale.

Il problema, nella loro diffusione e applicazione, è dato prima di tutto dalla complessità del contesto normativo italiano.

L'adozione di modelli di simbiosi in Italia necessita sia, da parte delle imprese, del coinvolgimento di capacità professionali trasversali (tecniche, economiche, legali, di gestione dei progetti) che, da parte delle istituzioni, di un grande lavoro di semplificazione normativa e di comunicazione semplificata dei contenuti tecnici in materia.

Da questo punto di vista, l'esempio inglese del *Quality Protocol* riportato in questo paragrafo può rappresentare un punto di partenza per una riflessione condivisa sui passi da intraprendere.

I fattori critici individuati nel corso di questa analisi sono infine stati riepilogati e a ciascuno di essi è stato associato un valore, espresso in termini di "livello di criticità", al fine di riassumere le informazioni raccolte. Questo riepilogo è riportato in Figura 111.






Principali criticità individuate	Livello di criticità
Complicazione del contesto normativo in materia di rifiuti e sottoprodotti	Elevato 
Assenza di linee guide tecniche chiare, semplici e facilmente reperibili, in materia di valorizzazione di rifiuti e sottoprodotti	Elevato 
Assenza di <i>commitment</i> istituzionale su processi di Economia Circolare / Simbiosi Industriale / riuso delle risorse	Medio 
Assenza di cultura della collaborazione tra imprese afferenti a settori produttivi diversi	Medio (variabile a seconda del contesto territoriale) 
Scarsa comunicazione tra mondo dell'impresa e mondo della ricerca industriale	Ridotto (in progressivo miglioramento) 

Figura 111: riepilogo delle principali criticità individuate nell'applicazione di processi di Simbiosi Industriale e di valorizzazione dei sottoprodotti, classificate in base al "livello di criticità"

Come riportato all'inizio di questo paragrafo, questa analisi condotta su tre esperienze di chiusura dei cicli produttivi in Emilia-Romagna e di Simbiosi Industriale ha portato alla pubblicazione su rivista del seguente articolo scientifico, cui si rimanda per ulteriori informazioni: "Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic

development: Critical Success Factor analysis, impact and constrains of the specific Italian regulations”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, Andrea Fanelli, Paolo Cibotti, in: Waste and Biomass Valorization Journal, Volume 6, No. 2, April 2015. Springer, ISSN 1877-2641, DOI 10.1007/s12649-015-9380-5.

3. Analisi dei fattori che influenzano la replicabilità dei processi di Simbiosi Industriale

3.1. Introduzione e metodologia dell'analisi

Nel paragrafo precedente è stato sintetizzato lo studio condotto al fine di individuare, sulla base dell'analisi di tre esperienze di chiusura di cicli produttivi, riuso delle risorse e Simbiosi Industriale, i principali fattori che influenzano la realizzazione pratica di modelli di simbiosi.

Tra le altre analisi svolte nel corso dell'attività di dottorato, è stato realizzato anche un approfondimento riguardante i fattori che influenzano invece la replicabilità di modelli di simbiosi.

In questo caso la metodologia ha previsto l'analisi delle esperienze di simbiosi realizzate in Italia e della letteratura in materia, e la successiva sintesi dei principali fattori che influenzano il contesto e la replicabilità attraverso l'applicazione della metodologia SWOT.

Le esperienze di simbiosi analizzate e le cui peculiarità sono state estratte e sintetizzate mediante l'analisi SWOT sono riportate di seguito:

- Progetto “Ecoinnovazione Sicilia”: piattaforma di Simbiosi Industriale realizzata da ENEA tra il 2010 e il 2014 in Sicilia, già descritta all'interno del Capitolo 2 di questa tesi.
- Progetto “Green – Simbiosi Industriale”: esperienza pilota sperimentale per l'applicazione e la diffusione di modelli di simbiosi sul territorio regionale, oggetto del Capitolo 3 di questa tesi.
- Progetto “CSA – Comunità di Supporto all'Agricoltura”: esperienza di modello alternativo di coltivazione e di distribuzione del cibo basato sulle economie locali, realizzato nella Provincia di Rimini. L'analisi, in particolare, ha riguardato la parte di Progetto CSA relativa al riutilizzo dei rifiuti e dei sottoprodotti agricoli ai fini della produzione di compost ad alta qualità: questa esperienza è stata descritta all'interno del paragrafo 2 di questo capitolo.
- Progetto “Pioneers Into Practice”: nell'ambito di questo programma europeo, è stato realizzato un periodo di *placement* presso la sede di International Synergies

da parte di un'assegnista dell'Università di Bologna, al fine di studiare le peculiarità della normativa inglese in materia di simbiosi e gestione dei rifiuti.

Come già anticipato nel Capitolo 3, l'analisi SWOT (conosciuta anche come matrice SWOT) è uno strumento di pianificazione strategica usato per valutare i punti di forza (*Strengths*), debolezza (*Weaknesses*), le opportunità (*Opportunities*) e le minacce (*Threats*) di un progetto, un'idea, un'attività.

Il perimetro può essere quello di un'impresa, ma non solo: la *SWOT analysis* si può applicare in ogni altra situazione in cui un'organizzazione o un individuo debbano prendere una decisione per il raggiungimento di un obiettivo.

L'analisi coinvolge sia l'ambiente interno (ossia il perimetro interno, analizzando punti di forza e debolezza) che l'ambiente esterno (il perimetro esterno, analizzando minacce e opportunità) del progetto, dell'idea, dell'attività.

In questa analisi, si è ritenuto di utilizzare lo strumento della matrice SWOT per individuare i fattori che influenzano la replicabilità dei processi di simbiosi anche per via delle loro forti correlazioni con i processi industriali convenzionali, cui la SWOT si applica da tempo.

Nel realizzare questa sintesi schematica, si è inoltre prestata particolare attenzione ad alcune prescrizioni metodologiche di base, tanto più “delicate” e da rispettare quanto più lo strumento della matrice viene applicato al di fuori dei propri contesti convenzionali. Queste prescrizioni, utilizzate in fase di sintesi schematica dei dati raccolti dalle esperienze precedentemente citate, sono riassunte di seguito:

- Maggior realismo possibile nel valutare punti di forza e di debolezza del territorio: in particolare, essendo i processi di simbiosi una novità, lo sforzo si è concentrato nel cercare di distinguere la condizione attuale dai potenziali sviluppi (che non sono punti di forza, ma eventuali opportunità).
- Massimo livello possibile di specificità (senza però perdere di vista l'ottica dell'analisi complessiva), al fine di evitare considerazioni generiche.
- Brevità e semplicità, al fine di evitare “sovra-analisi” che corrono il rischio di risultare inutili, anche a causa della soggettività e dell'aspetto qualitativo di molte delle informazioni utilizzate.

In parallelo, l'analisi SWOT è stata pensata anche nell'ottica di definire possibili indicazioni e strategie per favorire l'applicabilità e la replicabilità di modelli di simbiosi nel contesto nazionale.

Per tradurre in maniera più pratica questo obiettivo, l'analisi è stata condotta cercando di rispondere alle seguenti domande:

- Come utilizzare ogni punto di forza (*Strenghts*)?
- Come limitare ogni punto di debolezza (*Weaknesses*)?
- Come sfruttare ogni opportunità (*Opportunities*)?
- Come difendersi da ogni minaccia (*Threats*)?

Altra accortezza nello strutturare la metodologia, è consistita nel realizzare l'analisi costituendo un gruppo di lavoro multidisciplinare, in maniera tale da allargare l'orizzonte delle prospettive.

Si è scelto inoltre di evitare lunghe liste di singoli punti di forza o di debolezza, cercando di strutturare il risultato finale in un formato che potesse risultare il più accessibile e utile possibile in primis agli interlocutori istituzionali, ossia i soggetti che, mediante un opportuno *committment*, potrebbero favorire l'applicazione di modelli di Economia Circolare e Simbiosi Industriale sul territorio. Per procedere in questo modo, sono perciò stati individuati dei “focus”.

3.2. I risultati della SWOT Analysis

I punti di forza e di debolezza, che per definizione della SWOT sono interni al perimetro, sono stati considerati interni al contesto italiano di riferimento (comparto territoriale, industriale e istituzionale). Analogamente, opportunità e minacce, esterne al perimetro, sono state ricondotte a fattori quali il contesto culturale, sociale ed europeo (Iacondini, Mencherini, Morselli, Passarini, & Vassura, 2014).

Punti di forza (di origine interna, utili ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- Presenza di grandi distretti produttivi: le aree in cui lavorano molte aziende afferenti allo steso comparto produttivo (i “distretti”, appunto) sono un contesto favorevole all'applicazione di modelli di simbiosi, sia per ragioni logistiche che normative. Una “massa critica” di *stakeholder* potrebbe infatti riuscire a influenzare eventuali indirizzi politici e normativi.
- Prossimità geografica tra aziende dello stesso comparto e di comparti diversi, garantita dalla presenza dei distretti.

- Presenza di elevate competenze tecnologiche sul territorio. Nel caso emiliano – romagnolo, la Rete Alta Tecnologia rappresenta un esempio.
- Presenza delle Associazioni di Categoria: la loro capacità di aggregare le imprese può rappresentare un fattore chiave per la creazione di reti di simbiosi e, anche in questo caso, per influenzare politiche e normative grazie a un rilevante peso decisionale.
- Buona risposta da parte delle imprese coinvolte nelle precedenti esperienze pilota di Simbiosi Industriale in Italia (specialmente in Emilia-Romagna): è stata riscontrata una partecipazione proattiva e un diffuso interesse nei confronti del tema.
- Presenza di politiche regionali (Piani Regionali di Gestione dei Rifiuti, Legge sull'applicazione dell'Economia Circolare in Emilia-Romagna) e nazionali (*Smart Specialization Strategy – S3*) che riconoscono la Simbiosi Industriale come strumento strategico di crescita, sostenibilità e competitività.

Punti di debolezza (di origine interna, pericolosi ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- Problematiche di natura normativa: legislazione complessa, presenza di numerosi organi e livelli decisionali, assenza di documenti tecnici chiari e facilmente reperibili.
- Elevata percezione delle difficoltà burocratiche e normative da parte delle aziende, e relativo “scoraggiamento” nell'intraprendere un percorso alternativo (e ritenuto potenzialmente “rischioso”) di valorizzazione dei sottoprodotti.
- Problematiche culturali: ridotta comunicazione e collaborazione tra imprese dello stesso settore produttivo, e tra settori produttivi diversi. Scarsa propensione a condividere informazioni ritenute “sensibili” (flussi di input e output, sottoprodotti disponibili, tecnologie).
- Ridotta collaborazione tra mondo delle imprese e mondo della ricerca industriale: problematiche legate a “linguaggi” spesso diversi e a tempistiche diverse.
- Difficoltà nello stimare tempi di ritorno degli investimenti in simbiosi da parte delle aziende: il motivo è anche connesso all'assenza di sufficienti “casi studio” cui fare riferimento. Analogamente, l'attuale condizione di crisi economica aggiunge l'ulteriore criticità, legata all'esigenza di rientrare degli investimenti in ricerca e sviluppo (o, più in generale, in innovazione) nel minor tempo possibile.

Opportunità (di origine esterna, utili ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- Applicazione reale ed efficace delle politiche regionali e nazionali “favorevoli” precedentemente citate.
- Creazione di connessioni con reti di simbiosi realizzate all'estero che hanno provato la loro efficacia: NISP (Regno Unito), Kalundborg (Danimarca), KIKOX (Corea del Sud).
- Disponibilità di finanziamenti europei tramite i quali proporre e realizzare esperienze di simbiosi e modelli di Economia Circolare: Horizon2020, Climate-KIC, Cosme, LEIT, PPP, ecc.
- Interesse da parte dei media nei confronti di questo nuovo modello: possibilità di generare un volano di interesse, stimolato soprattutto dai risvolti ambientali, sociali e occupazionali connessi all'applicazione dei modelli di Simbiosi Industriale.

Minacce (di origine esterna, pericolose ai fini del raggiungimento dell'obiettivo):

- Focalizzazione dei modelli di simbiosi all'interno di nicchie di mercato che impediscono l'espansione del modello.
- Mancanza di un coordinamento da parte delle istituzioni.
- Possibile “conflitto di interessi” con le grandi multiutility.
- Proliferare di iniziative non opportunamente progettate e realizzate, che corrono il rischio di fallire e trasmettere all'esterno una comunicazione controproducente.

L'analisi SWOT oggetto di questo paragrafo è riassunta graficamente in Figura 112.

Nel complesso si può affermare, sulla base delle esperienze italiane analizzate, che la simbiosi ha dimostrato di essere uno strumento utile per trasferire all'interno del contesto industriale italiano modelli e processi caratteristici dell'Economia Circolare.

Al tempo stesso, però, le esperienze precedenti di Simbiosi Industriale sono state realizzate solo su scala pilota. Per questo motivo, da esse è stato possibile trarre informazioni utili per l'estensione dei modelli, ma per una reale replicabilità su scala più estesa dei processi di Simbiosi Industriale è necessario un forte coinvolgimento delle istituzioni.

Come riportato all'inizio di questo paragrafo, questa analisi mirata all'individuazione delle “condizioni al contorno” per la replicabilità dei processi di simbiosi, ha portato alla pubblicazione su rivista del seguente paper, cui si rimanda per ulteriori informazioni: “Industrial Symbiosis in Italy as a tool for sustainability: case study analysis and

replicability”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Luciano Morselli, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, in: *Environmental Science, Engineering and Management* (ESEM), Volume 1, No. 1, 2014 , 19-25. SNSIM (ISSN: 2392 - 9537, ISSN-L: 2392 - 9537, eISSN: 2392 - 9545).

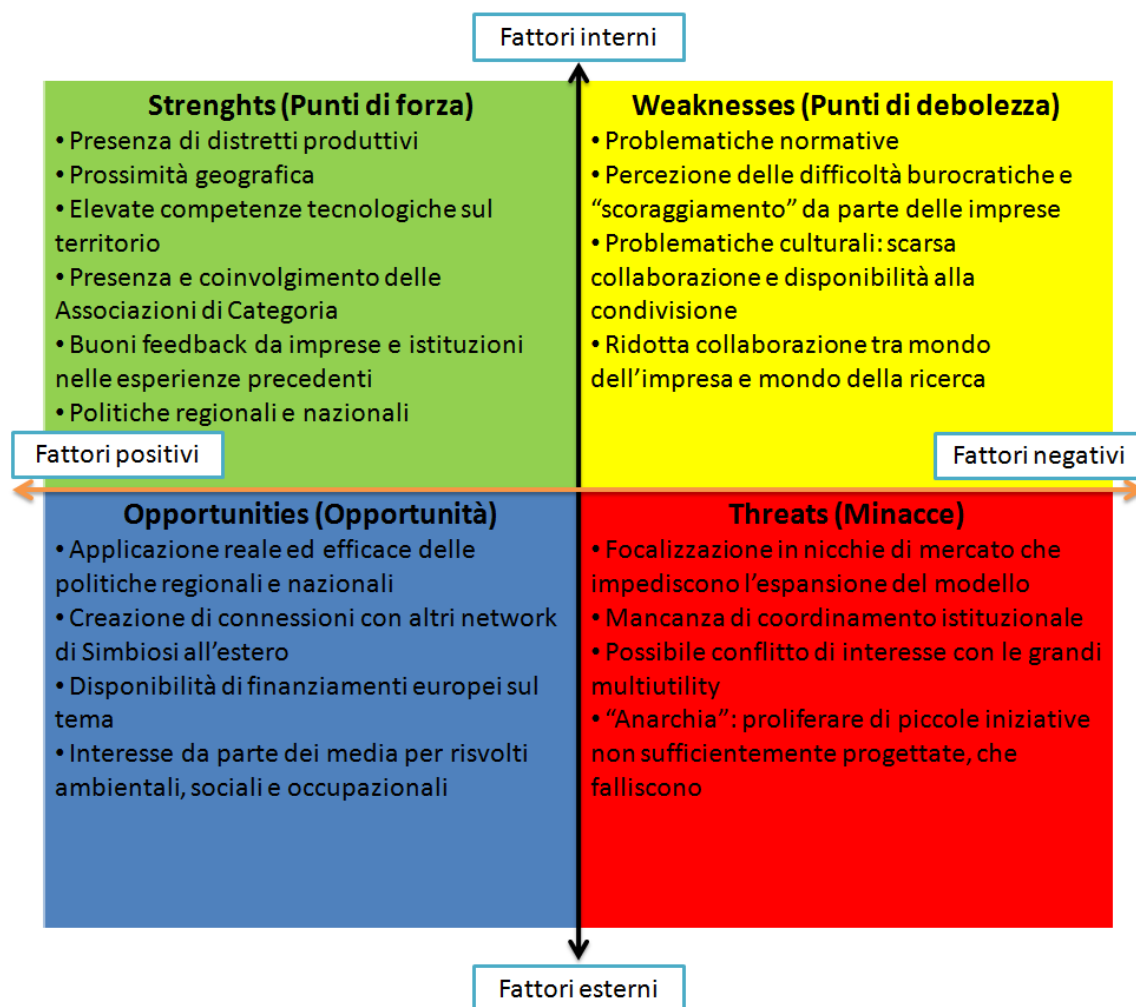


Figura 112: riepilogo dell’analisi SWOT condotta per identificare i fattori che influenzano la replicabilità dei processi di Simbiosi Industriale, realizzata a partire dai dati raccolti nelle precedenti esperienze italiane (Iacondini, Mencherini, Morselli, Passarini, & Vassura, 2014)

4. Analisi di vincoli, opportunità e valori di “coesione territoriale” tramite la somministrazione di questionari alle imprese

4.1. Metodologia

A posteriori della conclusione della seconda fase dell'esperienza pilota sperimentale di Simbiosi Industriale realizzata in Emilia-Romagna in collaborazione con ENEA, si è ritenuto di contattare le imprese che vi hanno preso parte, al fine di raccogliere informazioni utili a identificare e –soprattutto- a quantificare opportunità e fattori critici connessi alla realizzazione della rete di simbiosi.

La metodologia scelta è consistita nella somministrazione di un questionario, elaborato in collaborazione con ENEA e con l'Università della Tuscia, avente l'obiettivo di approfondire tre aspetti principali (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Project Green Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna Region, 2015):

- a) Le principali ragioni che spingono un'impresa a partecipare a un progetto di simbiosi.
- b) I principali fattori che ostacolano la realizzazione di processi di simbiosi.
- c) Se e quanto l'esperienza pilota di Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna ha incrementato il parametro di “coesione territoriale”.

Per raggiungere questo obiettivo, il questionario è stato diviso in due parti (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Project Green Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna Region, 2015):

- 1) “Coesione territoriale”. Questa parte di questionario è stata basata sul concetto di territorio come “sistema di relazioni economiche e sociali, che raccoglie il capitale relazionale (Camagni, The city as a milieu: applying GREMI's approach to urban evolution, 1999) o sociale (Putnam, 1993), (World Bank, 2001) di un determinato spazio geografico” (Camagni, 2002), considerando una prospettiva formale di queste relazioni, come ad esempio accordi di collaborazione tra imprese, istituzioni pubbliche o associazioni di categoria (Capello, 2007). Analogamente, alla base del lavoro è stato posto anche il concetto di “coesione”, come densità di relazioni

all'interno di una rete (Salvini, 2005), che esprimono la propensione a sviluppare accordi di cooperazione tra imprese (Soda, 1998).

Ai referenti delle imprese sono perciò state fornite due liste contenenti i nomi delle imprese partecipanti al progetto; quindi è stato chiesto loro di segnare, in una delle due, i nomi di quelle con cui avevano un rapporto (accordi di subfornitura, produzione, servizio, marketing, export, logista e trasporti, ricerca e sviluppo) già da prima del progetto, indicando nell'altra lista i nomi delle imprese con cui hanno creato nuove relazioni (non solo di Simbiosi Industriale) grazie all'attività sperimentale pilota. I dati sono stati elaborati per mezzo del software UCINET 6 (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002).

- 2) “Simbiosi Industriale tra opportunità e ostacoli”. Sono state costruite due matrici di domande, compilando le quali i referenti delle imprese hanno espresso la loro opinione in merito a una serie di fattori relativi ai punti a) e b), utilizzando dei valori compresi tra 1 (minimo) e 5 (massimo).

In fondo a questa scheda è stato previsto anche uno spazio di risposta “libero”, all'interno del quale le imprese hanno potuto indicare eventuali tematiche o problematiche inerenti la simbiosi che non fossero state inserite precedentemente. Va sottolineato che le problematiche suggerite alle imprese sono state quelle individuate grazie agli studi realizzati sui “fattori abilitanti” e sulle “criticità”, indicati nei paragrafi precedenti di questo Capitolo.

Il questionario è stato sottoposto alle imprese in occasione del secondo convegno di diffusione dei risultati dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale, “Economia Circolare: esperienze di Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna”, che si è svolta a Bologna il 5 giugno 2015 nel contesto della fiera “R2B – Research To Business”. Alle imprese che non erano presenti quel giorno, invece, il documento è stato inviato per mail, corredato di una breve spiegazione.

Questa attività è stata svolta tra giugno 2015 e settembre 2015; tutti i rappresentanti delle imprese hanno compilato e restituito il questionario.

Le due schede costituenti il questionario, “Coesione Territoriale” e “Simbiosi Industriale tra opportunità e ostacoli”, sono riportate in Figura 113 e Figura 114.

SCHEDA DI COESIONE

Nome dell'Azienda/Ente: _____ Numero di Adetti: _____

Settore di Attività: _____

Prima del Progetto "Green - Simbiosi Industriale"

Potrebbe indicare, tra le aziende e gli enti sottoelencati, quelle con cui la sua azienda aveva già rapporti di collaborazione nell'ambito di *Produzione (subfornitura), Servizi, Commercializzazione ed export, Logistica e trasporto, Ricerca & Sviluppo*, prima dell'inizio del progetto "Green - Simbiosi Industriale"?
(segnare con una X i nomi delle aziende o degli enti indicati)

ARP AGRICOLTORI RIUNITI PIACENTINI	BARILLA G&R FRATELLI	COOP Formula Servizi (Formula Ambiente)
OPOE Cons. Coop. Agr. P.A.	SOFTER	CGM
IRCI SPA	SCHMACK BIOGAS VIESSMANN	CIRI Agroalimentare
Siteia.Parma - Cipack	LEAP	CIRI Energia Ambiente
UNIONCAMERE EMILIA-ROMAGNA	ASTER	ENEA

Dopo il Progetto "Green - Simbiosi Industriale"

Potrebbe indicare, tra le aziende e gli enti sottoelencati, quelle con cui la sua azienda ha creato rapporti di collaborazione nell'ambito di *Produzione (subfornitura), Servizi, Commercializzazione ed export, Logistica e trasporto, Ricerca & Sviluppo*, grazie al progetto "Green - Simbiosi Industriale"?
(segnare con una X i nomi delle aziende o degli enti indicati)

ARP AGRICOLTORI RIUNITI PIACENTINI	BARILLA G&R FRATELLI	COOP Formula Servizi (Formula Ambiente)
OPOE Cons. Coop. Agr. P.A.	SOFTER	CGM
IRCI SPA	SCHMACK BIOGAS VIESSMANN	CIRI Agroalimentare
Siteia.Parma - Cipack	LEAP	CIRI Energia Ambiente
UNIONCAMERE EMILIA-ROMAGNA	ASTER	ENEA

Figura 113: "Scheda di coesione", prima parte del questionario elaborato in collaborazione con ENEA e con l'Università della Tuscia e sottoposto alle aziende partecipanti all'attività pilota sperimentale di Simbiosi Industriale.

La simbiosi Industriale tra opportunità ed ostacoli

A suo avviso, in che misura le seguenti motivazioni incidono nella scelta di una impresa di partecipare a percorsi di Simbiosi Industriale con altri stakeholder? (barrare una casella per riga)					
	Fondamentale	Molto	Abbastanza	Poco	Per niente
Maggiori ricavi dovuti alla possibilità di vendere scarti e sottoprodotti	5	4	3	2	1
Possibilità di acquistare ad un minor costo scarti e sottoprodotti da utilizzare in sostituzione di materie prime	5	4	3	2	1
Possibilità di smaltire gli scarti e i sottoprodotti ad un minor costo	5	4	3	2	1
Migliori condizioni di fornitura di beni e servizi a supporto della produzione	5	4	3	2	1
Creazione di nuove partnership e reti d'impresa	5	4	3	2	1
Collaborazione con istituti di ricerca, agenzie e università	5	4	3	2	1
Partecipazione a programmi di Ricerca&Sviluppo, di innovazione o di supporto alle imprese	5	4	3	2	1
Migliori condizioni di accesso a sovvenzioni pubbliche e incentivi fiscali	5	4	3	2	1
Migliori condizioni di accesso al credito e a risorse finanziarie private	5	4	3	2	1
Semplificazioni e snellimento delle procedure amministrative	5	4	3	2	1
Certezza, chiarezza e coerenza della normativa sui rifiuti e sui sottoprodotti	5	4	3	2	1
Pressione normativa	5	4	3	2	1
Preferenza dei clienti verso prodotti/servizi sostenibili	5	4	3	2	1
Conservare/conquistare quote di mercato	5	4	3	2	1
Rafforzamento dell'immagine aziendale	5	4	3	2	1
Riduzione dell'impatto ambientale	5	4	3	2	1
Miglioramento dei rapporti con la popolazione e le istituzioni locali	5	4	3	2	1
<i>Indicare eventuali altre motivazioni</i>					

A Suo avviso, in che misura i seguenti fattori possono ostacolare la realizzazione della Simbiosi Industriale? (barrare una casella per riga)					
	Fondamentale	Molto	Abbastanza	Poco	Per niente
Carenza di infrastrutture	5	4	3	2	1
Inefficienza dei servizi pubblici locali e regionali	5	4	3	2	1
Inefficienza della giustizia civile (costi e tempi)	5	4	3	2	1
Eccessiva burocrazia	5	4	3	2	1
Complessità e incertezze della normativa	5	4	3	2	1
Corruzione	5	4	3	2	1
Criminalità organizzata	5	4	3	2	1
Difficoltà nell'accesso al credito	5	4	3	2	1
Difficoltà nella ricerca di altre imprese con cui realizzare la Simbiosi	5	4	3	2	1
Difficoltà a stimare costi e tempi di investimento e i possibili rischi nel pianificare e avviare le collaborazioni	5	4	3	2	1
Concorrenza sleale da parte di altri imprenditori	5	4	3	2	1
Scarsa fiducia verso gli altri imprenditori locali per collaborazioni	5	4	3	2	1
Diffidenza (o timore) nel condividere specifiche informazioni aziendali	5	4	3	2	1
Scarsa conoscenza tra imprenditori	5	4	3	2	1
Scarsa conoscenza manageriale dei diversi aspetti (tecnici, economici, normativi, ecc.) riguardanti la Simbiosi Industriale	5	4	3	2	1
Carenza di forza lavoro qualificata e di adeguate competenze	5	4	3	2	1
<i>Indicare eventuali altri fattori</i>					

Figura 114 (da pag. precedente): “La Simbiosi Industriale tra opportunità e ostacoli”, seconda parte del questionario elaborato in collaborazione con ENEA e con l'Università della Tuscia e sottoposto alle aziende partecipanti all'attività pilota sperimentale di Simbiosi Industriale.

4.2. Analisi delle risposte alla scheda “Simbiosi Industriale tra opportunità e ostacoli”

In base alle risposte fornite dalle imprese partecipanti all’iniziativa pilota sperimentale di Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna all’interno della scheda “Simbiosi Industriale tra opportunità e ostacoli”, le principali ragioni che hanno influito sulla decisione di partecipare al percorso di simbiosi insieme ad altre aziende sono state le seguenti (riportate in ordine di importanza):

- 1) L’opportunità di disfarsi dei propri rifiuti e sottoprodotti a un costo inferiore (valutazione media: 4.08).
- 2) Ricavi maggiori derivanti dalla possibilità di vendere rifiuti e sottoprodotti (valutazione media: 3.83).
- 3) L’opportunità di acquistare materie prime a un prezzo inferiore, tramite il riuso di sottoprodotti di altre imprese (valutazione media: 3.58).
- 4) La possibilità di creare nuove partnership, nuove relazioni, e di partecipare a nuove reti di business (valutazione media: 3.50).

Come si può notare, le risposte raccolte direttamente dalle aziende concordano con i “punti di forza” e le “opportunità” individuate nel corso degli studi condotti in precedenza (si veda l’Analisi SWOT) e descritti negli altri paragrafi di questo Capitolo.

Analogamente, di seguito sono riepilogati in ordine di importanza principali fattori che, secondo le aziende, ostacolano la realizzazione di processi di simbiosi:

- 1) La complessità e l’incertezza del contesto normativo (valutazione media: 4.09).
- 2) L’eccessiva burocrazia connessa alla realizzazione di sinergie di simbiosi (valutazione media: 4.00).
- 3) La difficoltà nell’individuare altre imprese con cui realizzare processi di simbiosi (ossia la problematica culturale; valutazione media 3.75).
- 4) La difficoltà nello stimare i costi e i tempi di ritorno degli investimenti e i possibili rischi nella pianificazione e nell’avvio di collaborazioni (valutazione media 3.50).

Anche in questo caso, si evidenzia come le risposte fornite dalle imprese coincidano con le “criticità” evidenziate nel corso degli studi condotti autonomamente e riportati nei paragrafi precedenti di questo Capitolo.

4.3. Analisi delle risposte alla scheda “Coesione Territoriale”

Dall’analisi delle risposte fornite da parte delle imprese, si evidenzia che, prima dell’avvio dell’attività sperimentale pilota di simbiosi, c’erano almeno 9 collaborazioni tra le imprese partecipanti negli ambiti della produzione (subcontratti di fornitura), servizi, marketing, export, logistica e trasporti, ricerca e sviluppo.

Come è stato possibile evidenziare tramite l’uso di UCINET 6, software di analisi delle relazioni sociali, si è registrato un aumento nell’indice di “coesione della rete” (che misura il quantitativo di relazioni esistenti all’interno di un perimetro definito, nel nostro caso il bacino di aziende partecipanti), da 0.1364 a 0.2273 (in una scala che va da 0, nessuna coesione, a 1, coesione massima). L’attività pilota sperimentale, quindi, ha portato a un rafforzamento della rete dei partecipanti, quantificabile numericamente in un +66% circa.

L’analisi di queste relazioni in dettaglio ha evidenziato che a beneficiarne particolarmente sono stati il laboratorio LAB03 e l’azienda A07: all’inizio dell’attività avevano solo un rapporto esistente, in seguito ne hanno creati almeno tre.

Va sottolineato che i dati e i risultati raccolti tramite il questionario sono basati sull’esperienza diretta e sulla conoscenza diretta delle imprese coinvolte. Inoltre, analizzando i risultati, è stato possibile notare che sono le opportunità di business a spingere le imprese a tentare di percorrere esperienze di simbiosi industriale, così come gli aspetti normativi e culturali sono i primi a scoraggiarle.

Sulla base dei risultati, quindi, si può affermare che la metodologia utilizzata nel corso dell’attività sperimentale pilota di simbiosi ha avuto un effetto positivo su:

- Riduzione della difficoltà nella gestione e nella condivisione delle informazioni, con l’effetto di ridurre anche le difficoltà nell’individuazione di potenziali partner con cui realizzare percorsi di simbiosi.
- Creazione di nuove partnership, collaborazioni e reti, con l’effetto di aumentare la coesione territoriale sul territorio in cui l’esperienza ha avuto luogo (Emilia-Romagna).

I risultati grafici dell'analisi delle risposte date dalle aziende nella scheda “Coesione Territoriale”, sono riportati in Figura 115 e in Figura 116: si sottolinea che in queste schematizzazioni sono stati utilizzati i colori della Legenda riportata all'interno del Capitolo 3. Inoltre, le frecce azzurre indicano le relazioni pre-esistenti, quelle rosse (in Figura 116) le relazioni che si sono create grazie alla partecipazione all'attività pilota sperimentale di simbiosi.

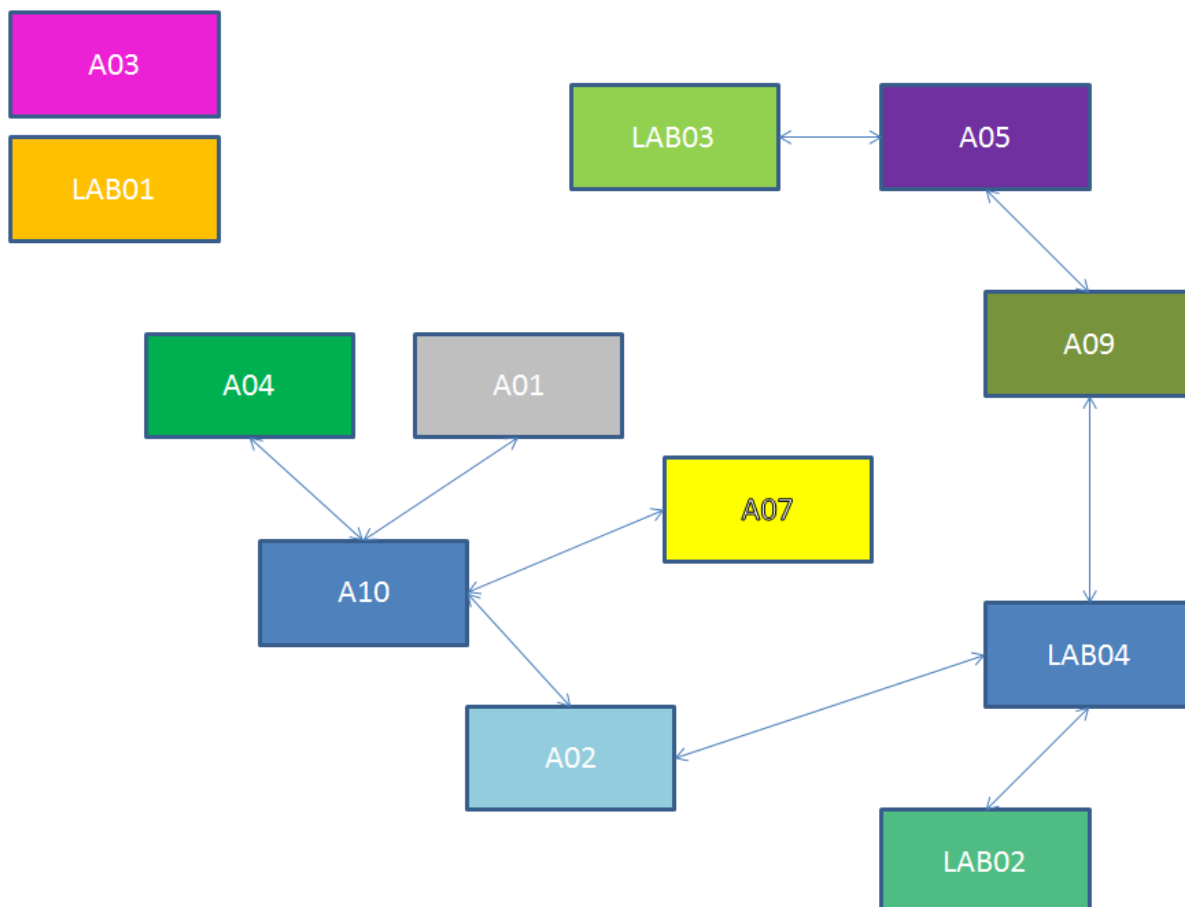


Figura 115: sintesi e schematizzazione grafica delle relazioni pre-esistenti tra imprese e laboratori partecipanti all'attività pilota sperimentale di Simbiosi Industriale. Elaborazione realizzata a partire dai dati presentati nell'articolo “Project Green Symbiosis 2014 - II Phase.

Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna Region” (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Project Green Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna Region, 2015)

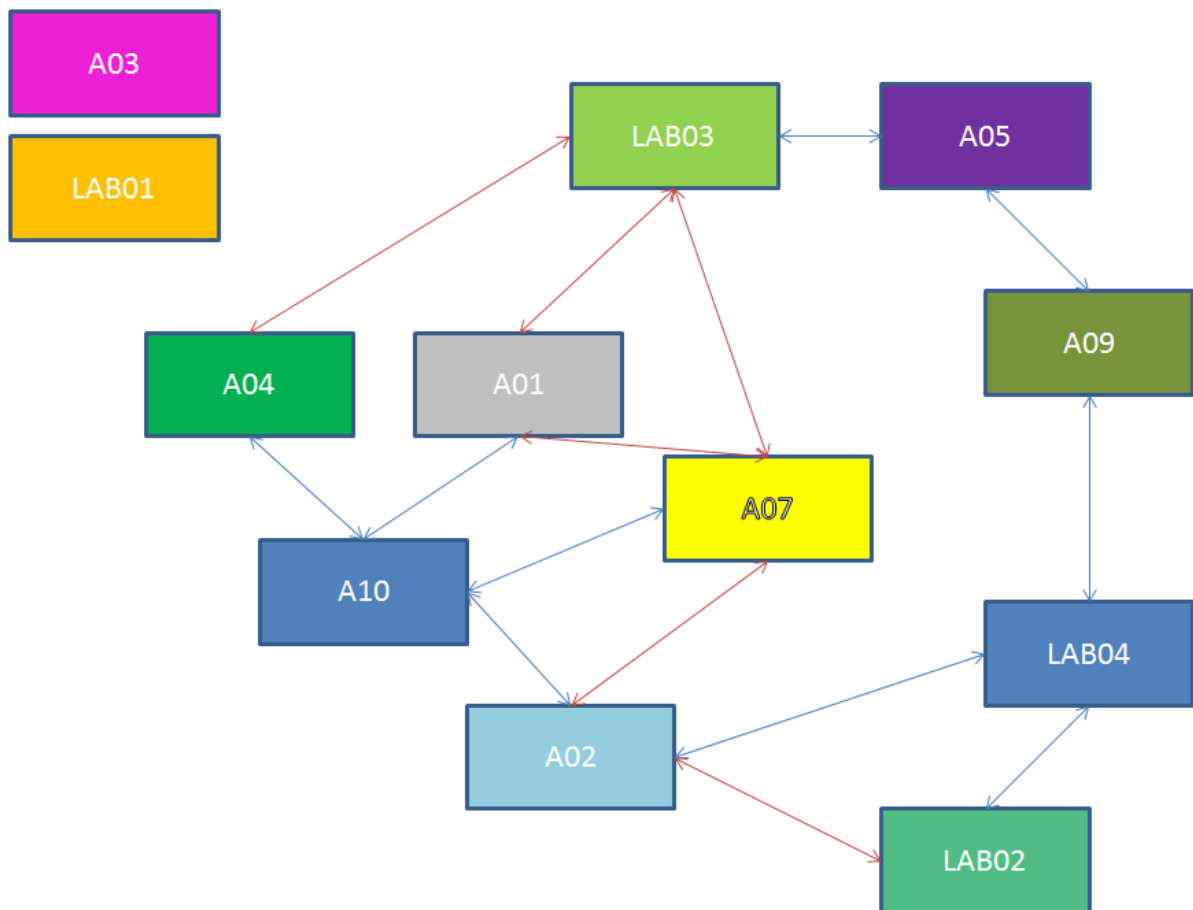


Figura 116: sintesi e schematizzazione grafica delle relazioni esistenti tra imprese e laboratori partecipanti all'attività pilota sperimentale di Simbiosi Industriale, a posteriori dell'attività. Le nuove relazioni (+66%), sviluppate in seguito alla partecipazione al progetto, sono identificate dalle frecce rosse. Elaborazione realizzata a partire dai dati presentati nell'articolo "Project Green Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna Region" (Cutaia, Scagliarino, Mencherini, & La Monica, Project Green Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna Region, 2015)

5. Riepilogo dei risultati e sviluppi futuri

Il lavoro realizzato nel contesto dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale ha evidenziato un grande potenziale di crescita, connesso allo sviluppo e alla diffusione di modelli di simbiosi in Emilia-Romagna. Come sottolineato all'interno del Capitolo 3, e come evidenziato nel corso delle analisi e degli studi riportati all'interno di questo Capitolo, sia le imprese che i laboratori coinvolti hanno infatti lavorato in maniera proattiva e cooperativa, con l'obiettivo di condividere risorse, studiare opportunità di valorizzazione dei sottoprodotti e, più in generale, di business.

L'analisi dell'evoluzione delle reti di relazioni sviluppate tra imprese e laboratori in seguito all'attività pilota sperimentale di simbiosi ha anche consentito di evidenziare l'effetto positivo connesso alla creazione di nuovi contatti. Questo aspetto, inserito tra i punti di forza della simbiosi, è anche uno di quelli indicati dalle aziende partecipanti all'attività pilota sperimentale tra le ragioni chiave che le hanno spinte a prendere parte all'attività.

Gli altri fattori chiave, anch'essi riportati precedentemente all'interno dell'analisi SWOT condotta per individuare i parametri che influenzano la replicabilità dei modelli di simbiosi, sono risultati essere: la possibilità di liberarsi dei propri rifiuti a costi inferiori, la possibilità di generare ricavi dalla vendita dei propri sottoprodotti, la possibilità di acquistare materie prime a prezzi inferiori. Tutte queste ragioni, come si può notare, sono di natura primariamente economica, a conferma del fatto che la Simbiosi Industriale è un modello di interesse per il comparto produttivo in quanto in grado di garantire performance economiche positive.

Analogamente, sempre analizzando i questionari sottoposti alle aziende partecipanti, è stato possibile avere conferma sperimentale dei fattori critici che ostacolano la realizzazione e la diffusione di modelli di simbiosi: la complessità e l'incertezza del contesto burocratico scoraggiano fortemente le imprese a intraprendere percorsi di questo tipo, così come l'eccessiva burocrazia.

Leggermente meno sentito, ma comunque presente tra le criticità, è anche l'aspetto culturale: la difficoltà di trovare imprese con cui costituire network di simbiosi e la difficoltà a condividere informazioni ritenute "sensibili" o quantomeno riservate.

L'aspetto economico, legato all'incertezza nel pianificare costi e tempi di ritorno degli investimenti, è comunque presente tra le criticità individuate dall'analisi SWOT e dalle risposte fornite dalle aziende stesse.

Nel corso delle analisi contenute in questo Capitolo sono quindi stati esplicitati i fattori chiave “interni” al modello (ma riferiti al contesto territoriale italiano, con particolare attenzione all’Emilia-Romagna): punti di forza e criticità dello strumento della Simbiosi Industriale, ossia i parametri che influenzano la diffusione e la replicabilità di processi di simbiosi.

Va però specificato che, nel “bilancio” complessivo, va tenuto conto anche di fattori “esterni”, che nel caso particolare dell’Emilia-Romagna determinano la presenza di un contesto legislativo piuttosto favorevole.

Il pacchetto sull’Economia Circolare promosso dalla Commissione Europea, così come la Legge Regionale 16/2015 dell’Emilia-Romagna, implicano il fatto che progetti e attività in materia di Simbiosi Industriale (come quella pilota realizzata e descritta nel Capitolo 3, o come le altre esperienze descritte all’interno di questa tesi) possano avere un notevole sviluppo in futuro.

La simbiosi, infatti, utilizza le risorse disponibili in maniera efficace e sostenibile, nell’ottica (definita nel Capitolo 1) secondo cui le risorse naturali non sono infinite, ed è perciò necessario trovare una strada per utilizzarle in modo sostenibile sia da un punto di vista ambientale, che da un punto di vista economico. Inoltre, la Simbiosi rientra anche nel campo di interesse delle imprese, che sono chiaramente interessate a utilizzare al meglio le loro risorse.

La possibilità di risolvere problemi condivisi da più soggetti (o da un’intera area geografica) e l’opportunità di trovare soluzioni tramite la condivisione di materiali, energia, servizi e competenze si inserisce perfettamente all’interno della “visione” proposta dalla Comunità Europea in materia di Economia Circolare.

In questo modello, infatti, il valore dei prodotti e dei materiali viene mantenuto il più a lungo possibile; la produzione di rifiuti e il consumo di risorse sono ridotti al minimo, in quanto le risorse vengono trattenute all’interno del ciclo economico anche quando i prodotti hanno raggiunto il loro “fine vita”, così da poterle riutilizzare più volte, creando valore aggiunto. Questo modello economico può creare posti di lavoro, promuovere innovazioni che possono garantire un vantaggio competitivo alle imprese e garantire la sostenibilità ambientale ed economica dei processi produttivi.

Per tutte queste ragioni, è ragionevole pensare che modelli e progetti di Simbiosi Industriale si replichino sempre più in futuro, sia a livello regionale che nazionale. In quest’ottica, però, è anche necessario un forte coinvolgimento delle istituzioni, che

dovranno lavorare per mitigare le criticità identificate nel corso degli studi condotti e riepilogate all'interno di questo Capitolo.

CONCLUSIONI

1. Riepilogo dell'attività e dei risultati

Il presente lavoro di dottorato ha riguardato lo studio di modelli di Economia Circolare, in particolare di Simbiosi Industriale, analizzati in termini di caratteristiche peculiari e successivamente applicati per la prima volta in Emilia-Romagna mediante la realizzazione di un'attività sperimentale pilota.

Questo percorso è risultato assolutamente innovativo, sia a livello regionale, poiché in Emilia-Romagna non erano mai stati realizzati processi strutturati di simbiosi, che nazionale: l'unica esperienza precedente, documentata, di realizzazione di una piattaforma di simbiosi in Italia è stata quella sviluppata nel contesto del progetto “Eco-Innovazione” in Sicilia, cominciata a giugno 2011.

L'attività emiliano - romagnola, cominciata nel 2012 con l'analisi della letteratura in materia di Sviluppo Sostenibile, Green Economy, Economia Circolare e, soprattutto, di Simbiosi Industriale, ha avuto il suo sviluppo operativo all'inizio del 2013, grazie a un iniziale finanziamento di Unioncamere Emilia-Romagna e Aster.

Il progetto pilota sperimentale (realizzato con la collaborazione di ENEA UTTAMB, il coinvolgimento di imprese e istituzioni del territorio e il supporto di diversi laboratori afferenti alla Rete Alta Tecnologia della Regione) è stato suddiviso in due fasi e si è concluso alla fine del 2015.

Il macro-obiettivo di questo percorso consisteva nella sensibilizzazione del territorio (in termini di mondo imprenditoriale e comparto istituzionale) rispetto ai temi della sostenibilità e del riuso delle risorse, mediante l'applicazione di modelli di Simbiosi Industriale.

Nel corso della prima fase, sviluppata tra gennaio 2013 e aprile 2014, sono state coinvolte 13 imprese del territorio, 8 laboratori/centri di ricerca afferenti alla Rete Alta Tecnologia e 2 Enti istituzionali.

Questa prima parte di progetto è consistita nella raccolta e nell'analisi dei dati relativi ai flussi di materia ed energia in ingresso e in uscita delle imprese coinvolte, al fine di individuare potenziali percorsi di simbiosi, cioè possibili percorsi di valorizzazione dei residui di alcune aziende (afferenti al cosiddetto Segmento Upstream) attraverso eventuali processi di trasformazione (suggeriti e realizzati dai laboratori) che li rendano materie prime - seconde utilizzabili da altre imprese (afferenti al Segmento Downstream).

In termini di risultati quantitativi, sono state individuate oltre 90 potenziali sinergie di simbiosi tra i soggetti partecipanti.

La seconda fase, realizzata tra maggio 2014 e settembre 2015, è stata finalizzata all'approfondimento di alcuni di questi percorsi: sono state selezionate 3 macro-filiere di simbiosi (sulla base di criteri di numerosità, rilevanza e coinvolgimento dei partecipanti), poi analizzate nei singoli passaggi, al fine di individuare le principali criticità che ne ostacolano la realizzazione pratica e le relative soluzioni.

I risultati quantitativi dell'attività sperimentale pilota di Simbiosi Industriale sono riportati di seguito:

- Coinvolgimento di 13 imprese, 8 laboratori, 2 Enti istituzionali.
- Individuazione di 49 possibili percorsi di Simbiosi tra i partecipanti.
- Individuazione di 90 potenziali sinergie tra i partecipanti.
- Redazione di 3 Manuali Operativi relativi alle sinergie di “Produzione di sostanze nutraceutiche da scarti agroalimentari”, “Produzione di energia da scarti agroalimentari”, “Produzione di biopolimeri da scarti agroalimentari”.
- Pubblicazione di 13 *paper* scientifici sul tema della Simbiosi Industriale e sull'esperienza condotta al riguardo in Emilia-Romagna.

I risultati qualitativi sono sintetizzati di seguito:

- Diffusione della cultura di Simbiosi Industriale sul territorio emiliano – romagnolo.
- Inserimento della simbiosi all'interno del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti della Regione Emilia-Romagna, in qualità di “strumento utile a ridurre quantitativo e pericolosità dei rifiuti speciali in Emilia-Romagna”.
- Attivazione di tavoli di lavoro con la Regione Emilia-Romagna al fine di superare alcune criticità connesse all'attuale normativa sulla gestione dei rifiuti, che ostacolano la chiusura di una filiera di simbiosi.
- Aumento della coesione territoriale ed estensione dei network relazionali tra i soggetti coinvolti nell'attività pilota.

- Interazione con il programma europeo “Pioneers Into Practice”, finalizzata alla realizzazione di 5 studi di fattibilità su altrettanti percorsi di simbiosi individuati nella prima fase del progetto.
- Realizzazione di 2 convegni di diffusione dei risultati dell’attività sperimentale pilota.
- Realizzazione di 4 visite “didattiche” presso altrettanti laboratori della Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna, con l’obiettivo di far conoscere le tecnologie e le competenze esistenti sul territorio in materia di valorizzazione e trasformazione di residui e sottoprodotti.

2. Innovazione rispetto all’esistente

L’attività di ricerca sulla Simbiosi Industriale rappresenta di per sé una novità (essendo questa la prima tesi realizzata presso l’Università di Bologna in tale ambito), anche in ragione del fatto che questo modello di chiusura dei cicli produttivi non è mai stato applicato in Regione e l’Italia conta una sola esperienza precedente di questo tipo (quella siciliana di ENEA).

Questo lavoro ha consentito perciò di verificare la fattibilità (dimostrata) dell’applicazione dello strumento di simbiosi nel contesto regionale, oltre alle potenzialità in termini di estensione dei network relazionali di imprese e centri di ricerca (tramite la misura di parametri di “coesione territoriale”) e di individuazione di sinergie di valorizzazione di residui e sottoprodotti.

L’analisi dell’esperienza pilota, comparata con l’analisi di altre esperienze di Economia Circolare in Italia, ha inoltre permesso di individuare e schematizzare alcune criticità che, nell’ottica di rendere maturo il modello di Simbiosi Industriale e replicarlo su scala più estesa, andranno affrontate e mitigate. È stato infatti possibile registrare il tema della complessità normativa come dirimente ai fini della partecipazione delle aziende; analogamente, anche quello della gestione e condivisione di dati sensibili e riservati tra imprese rappresenta un aspetto cruciale. Viceversa, l’analisi dei dati e dei questionari somministrati alle imprese partecipanti ha consentito di verificare che l’estensione dei network relazionali rappresenta uno dei punti di forza “collaterali” della Simbiosi

Industriale (i punti di forza principali sono chiaramente connessi alle possibilità di valorizzare sottoprodotti e rifiuti)

Nel complesso, l'attività ha consentito di introdurre sul territorio emiliano – romagnolo un modello nuovo di chiusura dei cicli produttivi, nonché di verificarne le potenzialità, i margini di crescita e le principali criticità.

3. Pubblicazioni scientifiche

Pubblicazioni su journal

- “Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: Critical Success Factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, Andrea Fanelli, Paolo Cibotti, in: *Waste and Biomass Valorization Journal*, Volume 6, No. 2, April 2015. Springer, ISSN 1877-2641, DOI 10.1007/s12649-015-9380-5
- “Industrial Symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, Laura Cutaia, Claudia Scagliarino, Ugo Mencherini, Antonella Iacondini, in: *Environmental Science, Engineering and Management (ESEM)*, in press. SNSIM (ISSN: 2392 - 9537, ISSN-L: 2392 - 9537, eISSN: 2392 - 9545).
- “Industrial symbiosis development in Italy: How the regulatory framework affects the feasibility of processes”, Antonella Iacondini, Ivano Vassura, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, in: *Environmental Science, Engineering and Management (ESEM)*, Volume 1, No. 2, 2014 , 187-192. SNSIM (ISSN: 2392 - 9537, ISSN-L: 2392 - 9537, eISSN: 2392 - 9545).
- “Industrial Symbiosis in Italy as a tool for sustainability: case study analysis and replicability”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Luciano Morselli, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, in: *Environmental Science, Engineering and Management (ESEM)*, Volume 1, No. 1, 2014 , 19-25. SNSIM (ISSN: 2392 - 9537, ISSN-L: 2392 - 9537, eISSN: 2392 - 9545).

- “Project Green - Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna region”, Laura Cutaia, Claudia Scagliarino, Ugo Mencherini, Marco La Monica, in: *Environmental Engineering and Management Journal* (EEMJ), submitted.

Pubblicazioni in atti di convegno

- “Industrial symbiosis and regulatory issues: a comparison between the Italian and the British case”, Ugo Mencherini, Antonella Iacondini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, D. Rachel Lombardi, Adrian Murphy, in: *Atti di Ecomondo 2015*. Rimini, 06/11/2015.
- “Project Green - Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna region”, Laura Cutaia, Claudia Scagliarino, Ugo Mencherini, Marco La Monica, in: *Atti di Ecomondo 2015*. Rimini, 06/11/2015.
- “Industrial symbiosis as a tool for sustainable development: the experience of “Green” project in Emilia-Romagna”, Ugo Mencherini, Antonella Iacondini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, in: *Atti del X Convegno Nazionale dei Sociologi dell'Ambiente*. Bologna, 18/06/2015.
- “L’esperienza pilota di Simbiosi Industriale in Emilia-Romagna”, Laura Cutaia, Claudia Scagliarino, Ugo Mencherini, in: *Atti del convegno Mat-ER 2015*. Piacenza, 21/05/2015.
- “Industrial Symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”, Laura Cutaia, Claudia Scagliarino, Ugo Mencherini, Antonella Iacondini, in: *Atti di Ecomondo 2014*. Rimini, 07/11/2014.
- “Industrial symbiosis development in Italy: How the regulatory framework affects the feasibility of processes”, Antonella Iacondini, Ivano Vassura, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, in: *Atti di Ecomondo 2014*. Rimini, 07/11/2014.
- “Industrial Symbiosis in Italy as a tool for sustainability: case study analysis and replicability”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Luciano Morselli, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura. In: *Atti di Ecomondo 2014*. Rimini, 07/11/2014.
- “Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: Critical Success Factor analysis, impact and constraints of the specific

Italian regulations”, Antonella Iacondini, Ugo Mencherini, Fabrizio Passarini, Ivano Vassura, Andrea Fanelli, Paolo Cibotti, in: *Symbiosis International Conference 2014 Procedia*. Atene, 14/06/2014.

Altre pubblicazioni

- “Alimenti in un circolo virtuoso: simbiosi industriale, ambiente e quadro normativo”, Vladimiro Cardenia, Ugo Mencherini, Tullia Gallina Toschi, in: *CanaleEnergia*. Roma, 07/01/2016.

4. Collaborazioni avviate in seguito all’attività sperimentale pilota

L’attività di dottorato sulla Simbiosi Industriale ha consentito di sviluppare numerose collaborazioni, stimulate dall’interesse comune nei confronti di un tema innovativo oltre che dalla volontà di sviluppare l’attività su ulteriori fronti.

Queste collaborazioni conseguenti al progetto sono riepilogate di seguito.

Collaborazioni scientifiche:

- ENEA UTTAMB (Unità Tecniche e Tecnologie Ambientali): la collaborazione, cominciata con l’attività sperimentale pilota sulla Simbiosi Industriale, si è sviluppata con la pubblicazione di 6 *paper* scientifici (4 in atti di convegno e 2 su rivista) e con la presentazione di progetti riguardanti la Simbiosi Industriale sia in ambito regionale (POR-FESR 2014-2020) che comunitario (KIC Raw Material).
- CIRI Energia Ambiente (Unità Operativa Ecodesign): la collaborazione, già esistente, è proseguita nell’ambito dell’attività pilota sperimentale sulla Simbiosi Industriale e si è sviluppata con la pubblicazione di 8 *paper* scientifici (5 in atti di convegno e 3 su rivista).
- CIRI Agroalimentare (Unità Operativa Analisi Strumentali e Sensoriali): la collaborazione è cominciata con l’attività pilota sperimentale sulla Simbiosi Industriale ed è proseguita con la pubblicazione di un articolo divulgativo e con l’inserimento di un “modulo” dedicato alla Simbiosi all’interno del corso di “Tecnologie Alimentari e impatto ambientale”, A.A. 2015-2016, Corso di Laurea in “Scienze del Territorio e dell’Ambiente Agro-Forestale”.

- International Synergies Ltd. – NISP Network UK: il contatto con il principale network di simbiosi del mondo era stato avviato precedentemente all’attività pilota, per approfondirne i contenuti tecnici. L’attività è proseguita con la pubblicazione di un articolo in atti di convegno.
- Prof. Vittorio Prodi: la collaborazione è nata in seguito alla diffusione dei risultati dell’attività sperimentale pilota e ha portato alla stesura di un progetto strategico regionale, finalizzato alla valorizzazione dei sottoprodotti e dei residui forestali in Emilia-Romagna. Il progetto è stato finanziato da fondi europei nell’ambito del programma “Pathfinder” della Climate-KIC e ha portato alla definizione di un protocollo di intesa con la Regione Emilia-Romagna ed ArpaE per la realizzazione di un progetto pilota nell’area delle foreste Casentinesi.

Collaborazioni con aziende

Alcune delle imprese coinvolte nel progetto, avendo manifestato interesse nei confronti dei contenuti, hanno anche chiesto di poter proseguire le attività sviluppando nuovi progetti in materia di Simbiosi Industriale: diverse sono state coinvolte nella presentazione di un progetto nel contesto del programma “INTERREG Europe”, mentre altre hanno partecipato al bando regionale POR-FESR 2014-2020 sull’innovazione industriale.

Di seguito si riporta l’elenco di imprese con cui è partita una collaborazione o un coinvolgimento in altre attività inerenti al tema della simbiosi:

- Barilla
- Conserve Italia
- Coopbox
- Dismeco
- IRCI
- Schmack Biogas

Altre collaborazioni

- Membro della Commissione di Studio “Ambiente e Responsabilità Sociale di Impresa”, Ordine dei Dottori Commercialisti

- Esperto dell' "Industrial Symbiosis Mirror Group", Climate-KIC
- Membro del Theme "Sustainable Production Systems", EIT

5. Sviluppi dell'attività

L'attività pilota ha permesso di "mettere a sistema" le competenze di diversi attori, sia regionali (Aster, i laboratori, le università) che extra-regionali (ENEA UTTAMB, di Roma), facendo massa critica attorno a un tema nuovo e consentendo di estendere le reciproche conoscenze in materia. Anche la capacità di aver messo a in relazione imprese afferenti a diversi settori produttivi, enti e istituzioni, condividendo informazioni "sensibili" ha consentito di concordare idee, progetti e creare una cultura comune in materia di chiusura dei cicli produttivi. Diverse imprese partecipanti, infatti, hanno espresso al termine dell'attività l'apprezzamento per quanto realizzato soprattutto in ragione del fatto di aver trovato potenziali partner con cui realizzare processi di Simbiosi Industriale.

A questi aspetti positivi, va inoltre aggiunto il grande interesse manifestato dalla Regione Emilia-Romagna nei confronti degli strumenti dell'Economia Circolare (come dimostra l'approvazione della Delibera n.871/2015 e la Legge Regionale 5 ottobre 2015, la prima da parte di una Regione in Italia e in Europa ad appoggiare le strategie europee in materia) e il favorevole contesto comunitario, stimolato dal nuovo pacchetto di misure emesso a dicembre 2015. Questo contesto potrebbe favorire la diffusione di modelli e progetti analoghi a quello pilota sviluppato in Regione, anche su scala più estesa.

Questi fattori testimoniano la presenza di un "substrato territoriale" favorevole, che potrebbe consentire di proseguire l'attività, estendendola a un bacino più ampio di attori (imprese in primis), in modo tale da consentire anche di analizzare più a fondo gli aspetti culturali e collaborativi. Come riportato nelle analisi SWOT realizzate all'interno del Capitolo 3 e del Capitolo 4, le imprese coinvolte hanno risposto positivamente alla richiesta di condividere dati sensibili, ma va sottolineato come queste imprese siano quasi tutte realtà "di eccellenza". Un'indagine a più ampio spettro potrebbe consentire di verificare se anche imprese di dimensioni più ridotte e meno innovative, a fronte dei ritorni positivi generati dall'applicazione di modelli di Simbiosi Industriale, siano disposte a condividere informazioni riservate come quelle relative ai propri flussi di materia ed energia in ingresso e in uscita.

Analogamente, ulteriori aspetti da approfondire nel corso di una prosecuzione più estesa dell'attività scientifica sulla simbiosi industriale in Emilia-Romagna, vengono dalle criticità evidenziate nel corso del progetto pilota:

- “Scoraggiamento” da parte delle imprese ad approcciarsi a processi di riciclo, ri-uso e valorizzazione di sottoprodotti a causa della complessità del contesto normativo. La presenza di “livelli” normativi differenti (comunitario, nazionale, regionale, locale) e di soggetti diversi cui fare riferimento (Regioni e Province, o autorità locali e di controllo) crea confusione e spaesamento, che si traducono nella scelta – da parte delle imprese – di intraprendere spesso strade “più semplici” (smaltimento in discarica), invece che cercare soluzioni di natura diversa. Il fattore della complessità normativa, infatti, è stato indicato come il principale ostacolo da parte delle imprese partecipanti, seguito dalla lunghezza della burocrazia e delle tempistiche a essa connesse.
- Mancanza di connessioni forti e durature tra il mondo della ricerca industriale e il mondo imprenditoriale, soprattutto in Italia. La problematica dell'assenza di collegamenti si traduce nell'assenza di applicazioni dei risultati di laboratorio all'interno delle imprese: molto spesso le ricerche restano su scala pilota e sono poi abbandonate per via della mancanza di fondi. Questo è legato a varie ragioni: in primo luogo, la difficoltà per i due mondi, ricerca e impresa, di parlare lo stesso linguaggio. Inoltre, la congiuntura economica negativa degli ultimi sette anni ha portato le imprese a ridurre significativamente il proprio orizzonte temporale di ritorno degli investimenti: per quanto sia stato dimostrato che le imprese che innovano sono anche quelle che soffrono meno la crisi, le realtà imprenditoriali (anche a causa delle ridotte dimensioni) spesso fanno fatica ad allocare budget per attività di ricerca che non siano prettamente “core business” o che abbiano immediati ritorni economici.
- Problematiche legate alle difficoltà, da parte delle imprese, a valutare i tempi di ritorno di investimenti in materia di innovazione sulla simbiosi. Ciò accade sia in ragione della crisi economica (che, come sottolineato in precedenza, accorcia drasticamente l'orizzonte temporale entro il quale le aziende si aspettano di rientrare dell'investimento), che a causa della difficoltà di dialogo tra mondo della ricerca e dell'impresa, precedentemente citata. Sviluppare attività di ricerca industriale anche in questo ambito economico e non solo sulle tecnologie,

consentirebbe di fornire alle imprese risposte in grado di stimolare ad adottare modelli di simbiosi.

Un ulteriore sviluppo potrebbe essere quindi rappresentato dalla creazione di un network di simbiosi regionale di cui facciano parte tutti gli enti coinvolti nei processi autorizzativi e di verifica, e in generale tutti i “livelli normativi”.

In questo modo si potrebbe lavorare, attraverso tavoli di lavoro inter-istituzionali e aperti alla partecipazione del mondo della ricerca e dell’impresa, all’individuazione di soluzioni mirate alla semplificazione dei processi autorizzativi e degli iter burocratici associati ai processi di valorizzazione dei sottoprodotti, dei residui e dei rifiuti.

In una seconda fase, successiva a questo percorso collaborativo di semplificazione normativa e burocratica, si potrebbe procedere (sempre facendo riferimento al “dominio” rappresentato dalla rete di simbiosi preesistente) all’analisi quantitativa dell’evoluzione del network relazionale dei partecipanti coinvolti, valutando anche l’incremento percentuale di sinergie individuate e, soprattutto, tradotte in applicazioni pratiche.

BIBLIOGRAFIA

- Albino, V., & Fraccascia, L. (2015). Industrial symbiosis: some research issues and case studies. *Experiences of Industrial Symbiosis in Italy* (p. 12-13). Roma: ENEA.
- Allenby, B. (1995). *Industrial Ecology: Policy Framework and Implementation*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Allenby, B. R. (1999). *Industrial ecology: policy framework and implementation*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Ardeni, P. G. (2009). *L'Economia dello sviluppo*. Tratto da Homepage at the University of Bologna Department of Economic Sciences: http://www2.dse.unibo.it/ardeni/ES_2009-10/ES_Programma_2009-10.html
- Associazione Italiana Ricerca Industriale. (2016, Gennaio). *Spesa per R&S delle imprese*. Tratto il giorno Febbraio 18, 2016 da Sito Web AIRI: <http://www.airi.it/wp-content/uploads/2016/01/tab4.6.pdf>
- AUSER Rimini. (2014). *Progetto CSA*. Tratto il giorno 12 31, 2015 da Sito Web AUSER: http://www.auserimini.it/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=156
- Ayres, R. (1989). Industrial Metabolism. *Technology and Environment* , 23-50.
- Ayres, R., & Simonis, U. (1994). Industrial metabolism: Theory and policy. In UNU, *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development* (p. 3-20). Tokyo: United Nations University Press.
- Borgatti, S., Everett, M., & Freeman, L. (2002). *UCINET 6 for Windows. Software for Social Network Analysis*. Harvard: Analytic Technologies.
- BP p.l.c. (2015). *BP Statistical Review of World Energy 2015*. BP.
- Brunner, P., & Rechberger, H. (2004). *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. Boca Ratan: CRC Press.
- Camagni, R. (2002). On the concept of territorial competitiveness: sound or misleading? *Urban Studies* , 2395-2411.

Camagni, R. (1999). The city as a milieu: applying GREMI's approach to urban evolution. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* , 591-606.

Capello, R. (2007). *Regional Economics*. London: Routledge.

Chertow, M. (2000). Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment* , 313-337.

Chertow, M., & Park, J. (2011). Reusing non-hazardous industrial waste across business clusters. In T. Letcher, & D. Vallero, *Waste: A Handbook for Management*. Burlington: Academic Press.

Christensen, J. (2006). The History of The Industrial Symbiosis at Kalundborg, Denmark. *IPTEH – UNIL Workshop GSE 2006* . Lausanne.

Christensen, J. (2012, Marzo). *The Kalundborg Symbiosis: What, who, when, how and why?* Tratto il giorno Febbraio 20, 2016 da Sito Web University of Surrey.

Christensen, T. B. (2013). Greening of the industrial symbiosis. *From strategies to activities - Bioenergy Promotion International Conference*. Riga.

CitiwiseNet. (2015). *Roadmap*. Milano.

Climate-KIC. (2015). *Pioneers into Practice programme*. Tratto il giorno Gennaio 18, 2016 da Sito Web Climate-KIC: <http://www.climate-kic.org/programmes/pioneers/>

Club of Rome. (2011). Tratto il giorno 1 12, 2016 da Sito Web Club of Rome: <http://www.clubofrome.org/?p=4783>

Cohen-Rosenthal, E. (2000). A walk on the human side of industrial ecology. *American Behavioral Scientist* , 245-264.

Comitato Europeo delle Regioni. (2016, Gennaio 29). *European Union Committee of the Regions*. Tratto il giorno Febbraio 9, 2016 da Economia circolare: regioni e città al lavoro per migliorare la strategia UE: <http://cor.europa.eu/it/news/regional/Pages/economia-circolare.aspx>

Commissione Europea. (2011). Tratto da EUR-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52011DC0363>

Commissione Europea. (2012, 2 13). Tratto il giorno 12 30, 2015 da Sito Web Commissione Europea:

http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_en.pdf

Commissione Europea. (2015, Dicembre 2). *Circular Economy Package: Questions & Answers*. Tratto da Sito Web Commissione Europea: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_en.htm

Commissione Europea. (2014, Maggio 24). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS On the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the Raw Materia*. Tratto il giorno Gennaio 15, 2016 da Eur-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NOT/?uri=CELEX:52014DC0297>

Commissione Europea. (2011). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Roadmap to a Resource Efficient Europe*. Bruxelles: Commissione Europea.

Commissione Europea. (2014). *COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Verso un'economia circolare: programma per un'Europa a zero rifiuti*. Bruxelles: Commissione Europea.

Commissione Europea. (2014, Maggio 24). *Critical Raw Materials*. Tratto il giorno Gennaio 15, 2016 da Sito Web Commissione Europea: http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical/index_en.htm

Commissione Europea. (2014, Novembre 11). *Europa 2020 in sintesi*. Tratto il giorno Febbraio 2, 2016 da Sito Web Europa 2020: http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/index_it.htm

Commissione Europea. (2014). *General Union Environment Action Programme to 2020: "Living well, within the limits of our planet"*. Lussemburgo: Publications Office of the European Union.

Commissione Europea. (2010). *Obiettivi della strategia Europa 2020*. Tratto il giorno 12 30, 2015 da Sito Web Commissione Europea: http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets_it.pdf

Commissione Europea. (2015). *Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2008/98/EC on waste - COM(2015) 595 final*. Bruxelles: Commissione Europea.

Commissione Europea. (2015). *Renewable energy progress report* . Bruxelles: European Commission.

Commissione Europea, Direzione Generale Ambiente. (2014). *L'Economia Circolare: collegare, generare e conservare il valore*. Bruxelles: Commissione Europea.

Consiglio Europeo. (2006). Tratto il giorno 12 13, 2015 da Sito web del Consiglio Europeo:

<http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=EN&f=ST%2010917%202006%20INIT>

Consorzio LEAP. (2011). *Disponibilità di biomasse da sottoprodotti e residui e da colture energetiche in Emilia-Romagna. Stima della relativa potenzialità energetica*. Piacenza.

Cote, R. P., & Hall, J. (1995). Industrial parks as ecosystems. *Journal of Cleaner Production* , 41–46.

Cutaia, L. (2011). Un approccio integrato per la gestione sostenibile delle risorse: la simbiosi industriale. *Atti della Terza Conferenza Nazionale sull'Efficienza Energetica*. Roma: ENEA.

Cutaia, L., & Morabito, R. (2012). Ruolo della Simbiosi industriale per la green economy. *EAI* , 44-49.

Cutaia, L., Scagliarino, C., Barberio, G., Mancuso, E., Peronaci, M., Brunori, c., et al. (2013). La Simbiosi Industriale negli indirizzi della Commissione Europea e l'esperienza ENEA in Sicilia. *Energia, Ambiente e Innovazione* , 86-94.

Cutaia, L., Scagliarino, C., Mencherini, U., & Iacondini, A. (2015). Industrial symbiosis in Emilia-Romagna region: results from a first application in the agroindustry sector”. *Environmental Science, Engineering and Management* , 11-36.

Cutaia, L., Scagliarino, C., Mencherini, U., & La Monica, M. (In press). Green - Industrial Symbiosis project - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region. *Environmental Engineering Management Journal* .

- Cutaia, L., Scagliarino, C., Mencherini, U., & La Monica, M. (2015). Project Green Symbiosis 2014 - II Phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia-Romagna Region. *Environmental Engineering and Management Journal* , Submitted.
- Daly, H. (1996). *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press.
- Daly, H. E. (1991). *Steady-state economics*. Washington: Island Press.
- De Novellis, F. (2012). Valore aggiunto. In *Dizionario di economia e finanza*.
- Desrochers, P., & Leppala, S. (2010). Industrial Symbiosis: Old Wine in Recycled Bottles? Some Perspective from the History of Economic and Geographical Thought. *International Regional Science Review* , 338-361.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Circular Economy overview*. Tratto il giorno Gennaio 25, 2016 da Sito Web Ellen MacArthur Foundation:
<http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/principles>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Cradle to Cradle*. Tratto il giorno Novembre 12, 2015 da Sito Web Ellen MacArthur Foundation:
<http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/schools-of-thought/cradle2cradle>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Kalundborg Symbiosis*. Tratto da Sito Web Ellen MacArthur Foundation:
http://www.ellenmacarthurfoundation.org/case_studies/kalundborg-symbiosis
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Performance Economy*. Tratto il giorno Novembre 14, 2015 da Sito Web Ellen MacArthur Foundation:
<http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/schools-of-thought/performance-economy>
- ENEA. (2011). *Progetto Ecoinnovazione Sicilia*. Tratto il giorno 12 31, 2015 da Sito Web ENEA: <http://uttamb.enea.it/progetti/ecoinnovazioneisicilia>
- ENEA. (2012). *Sostenibilità dei processi produttivi. Strumenti e tecnologie verso la Green Economy*. Roma: ENEA.
- Europe Innova. (2012). *Guide to resource efficiency in manufacturing*. Bruxelles: Greenovate! Europe.

- European Bioplastic Association. (2013). *Bioplastics: facts and figures*. Berlino.
- Fagnani, E. (2008). *Soldionline*. Tratto da <http://www.soldionline.it/notizie/obbligazioni-italia/shock-petrolifero-cosa-successe-ai-tassi-di-interesse-nel-1973>
- Ferrari, D. (2013). L'Italia protagonista nella chimica delle biomasse. *Ecoscienza* , p. 22-23.
- Fiorese, G., Guariso, G., Lazzarin, A., & Razzano, R. (2007). *Energia e nuove colture agricole. Potenzialità delle biomasse a scala regionale*. Milano: Polipress.
- Fondazione per lo sviluppo sostenibile. (2015). *I fondamenti dell'economia circolare*. Tratto il giorno Gennaio 12, 2016 da Sito Web Fondazione per lo sviluppo sostenibile: <http://www.comitatoscientifico.org/temi%20SD/greenconomy/economia%20circolare.htm>
- Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile. (2015). *Relazione sullo stato della Green Economy in Italia*. Roma: La Pieve Poligrafica Editore.
- Frosch, R., & Gallopoulos, N. (1989, September). Strategies for Manufacturing. *Scientific American* , p. 144-152.
- Garner, A., & Keoleian, G. (1995). Industrial Ecology: an introduction. *Pollution Prevention and Industrial* .
- Gazzolo, P. (2015, Settembre 30). Rifiuti urbani, verso il 2020. Approvata in Assemblea la nuova legge. (R. Emilia-Romagna, Intervistatore)
- GEO - The Green Economy Observatory. (2015). *Economia Circolare: principi guida e casi studio*. Milano: IEF - Istituto di Economia e Politica dell'Energia e dell'Ambiente.
- Giunta della Regione Emilia-Romagna. (2015, Luglio 28). *Delibera n. 871/2015*. Tratto il giorno Gennaio 5, 2016 da Sito Web Regione Emilia-Romagna: <http://autonomie.regione.emilia-romagna.it/news/2015/luglio/gestione-dei-rifiuti-un-passo-in-avanti-verso-la-creazione-di-un2019-economia-circolare>
- Glavic, P., & Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production* , 1875-1885.
- Hamilton, J. D. (2011). *Historical oil shocks*. Cambridge: NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH.

Iacondini, A., Mencherini, U., Morselli, L., Passarini, F., & Vassura, I. (2014). Industrial Symbiosis in Italy: case study analysis and replicability. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* , 19-24.

Iacondini, A., Mencherini, U., Passarini, F., & Vassura, I. (2014). Industrial Symbiosis development in Italy: how the regulatory framework affects the feasibility of processes. *Eco-innovation: la simbiosi industriale tra teoria e pratica*. Rimini: Ecomondo.

Iacondini, A., Mencherini, U., Passarini, F., Vassura, I., Fanelli, A., & Cibotti, P. (2015). Feasibility of Industrial Symbiosis in Italy as an opportunity for economic development: critical success factor analysis, impact and constraints of the specific Italian regulations. *Waste and Biomass Valorization* , 865-874 .

ICLEI. (1994). Charter of European Cities & Towns Towards Sustainability. *European Conference on Sustainable Cities and Towns*. Aalborg.

International Synergies Ltd. (2015, Ottobre 29). *Industrial Symbiosis: delivering Resource Efficiency and Green Growth*. Tratto il giorno Gennaio 11, 2016 da Sito Web International Synergies: <http://www.international-synergies.com/wp-content/uploads/2015/10/G7-Laybourn-International-Synergies.pdf>

International Synergies Ltd. (2015). *National Industrial Symbiosis Programme*. Tratto il giorno Febbraio 19, 2016 da Sito Web International Synergies: <http://www.international-synergies.com/projects/national-industrial-symbiosis-programme/>

ISTAT. (2015, Febbraio 11). *PRODCOM - Rilevazione della produzione industriale: informazioni sulla rilevazione*. Tratto il giorno Gennaio 17, 2016 da Sito Web Istituto Nazionale di Statistica: <http://www.istat.it/it/archivio/12026>

Korhonen, & Snakin. (2005). Analyzing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application. *Ecological Economics* , 186-196.

Langdon, W., & Renner, G. (1936). *Geography: An Introduction to Human Ecology*. New York: Appleton-Century Company.

Liberti, M. (2007). La crisi energetica del 1973. *InStoria* .

Liguori, R., Amore, A., & Faraco, V. (2013). Waste valorization by biotechnological conversion into added value products. *Applied Microbiology and Biotechnology* , 6129-6147.

- Lombardi, R. D., & Laybourn, P. (2012). Redefining Industrial Symbiosis. Crossing Academic–Practitioner Boundaries. *Journal of Industrial Ecology* , 28-37.
- Lowe, E. A., Moran, S. R., & Holmes, D. B. (1996). *Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks*. Oakland: US. Environmental Protection Agency .
- Martens, P. (2013, Marzo 7). *Grey, green or blue economy? It's sustainability, stupid!* Tratto il giorno Ottobre 3, 2015 da Sustainable Learning : <http://sustainable-learning.org/2013/03/grey-green-or-blue-economy-its-sustainability-stupid/>
- McKinsey & Company. (2015). *The consumer sector in 2030: Trends and questions to consider*. Stamford: McKinsey & Company.
- McKinsey&Company. (2013). *Resource Revolution: tracking global commodity markets*. McKinsey Global Institute.
- Meadows, D. L. (1972). *The limits to growth*. New York: Universe Books.
- Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare. (2015). *Il percorso dello sviluppo sostenibile*. Tratto il giorno 12 13, 2015 da Sito del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare: <http://www.minambiente.it/pagina/il-percorso-dello-sviluppo-sostenibile-1992>
- Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare. (2015). *Vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile 2002*. Tratto il giorno 12 13, 2015 da <http://www.minambiente.it/pagina/vertice-mondiale-sullo-sviluppo-sostenibile-2002>
- Nemerow, n. (1979). *Environmentally Optimized Industrial Complex*.
- Neumayer, E. (2003). *Weak Versus Strong Sustainability*. Edward Elgar Publishing.
- NISP Network. (2014). *About NISP*. Tratto il giorno Febbraio 15, 2016 da Sito Web NISP: <http://www.nispnetwork.com/about-nisp>
- Novamont. (2014). Esempi di Bioeconomia di grande potenziale nell'ambito della Green Economy. *Stati Generali della Green Economy*.
- Novamont. (2014). *Il potenziale anticrisi della bioeconomia in Europa e in Italia*.
- OECD. (2015). *Material Resources, Productivity and the Environment*. Parigi: OECD Publishing.

Osservatorio Agro-Alimentare Unioncamere - Regione Emilia-Romagna. (2013). *Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna. Rapporto 2013*. Bologna: Maggioli Editore.

Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna. (2015, 11). *Imprese e green economy*. Tratto il giorno 12 30, 2015 da Sito Web Regione Emilia-Romagna: <http://energia.regione.emilia-romagna.it/impres-green-economy/documenti/quadro-regionale-delle-impres-green>

Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna. (2015, 12 29). *Quadro regionale delle imprese green*. Tratto da Sito web Osservatorio GreenER: <http://energia.regione.emilia-romagna.it/impres-green-economy/temi/osservatorio-green-economy>

Osservatorio GreenER - Regione Emilia-Romagna. (2015). *Rapporto 2014 - Analisi e tendenze*. Bologna.

Parlamento Europeo. (2009). *Directive 2009/125/EC Of The European Parliament And Of The Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products*. Tratto da Eur-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0125>

Parlamento Europeo. (2010, 5 19). *Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products*. Tratto il giorno 12 29, 2015 da Eur-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0030>

Passarini, F., Morselli, L., Boneschi, S., Vassura, I., Santini, A., Ciacci, L., et al. (2011). I principi e le applicazioni al Sistema Integrato Gestione Rifiuti. *Industrial ecology: i principi, le applicazioni al supporto della Green Economy*. Rimini: Maggioli Editore.

Pellizzari, P. (2010). Socialisti e comunisti italiani di fronte alla questione energetico-nucleare 1973-1987. *Italia Contemporanea* , 237-261.

Petrini, F. (2012, 3). La crisi energetica del 1973. Le multinazionali del petrolio e la fine dell'età dell'oro (nero). *Contemporanea* , p. 445-473.

PlasticsEurope - Association of plastics Manufacturers. (2015). *Plastics - The facts 2015*. Burxelles.

- Potočník, J. (2010). *Green Dot 2010 - Green Economy in Action*. Bruxelles.
- President's Council on Sustainable development. (1996). *Eco-Industrial Park Definitions. Eco-Industrial Park Workshop Proceedings*. Washington D.C.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri. (2006, Aprile 3). Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152. *Norme in materia ambientale*. Roma, Italia: Gazzetta della Repubblica.
- Progetto Plastiche. (2012). *Trends in Bioplastics. Trends in Bioplastics*. Ljubljana.
- Provincia di Bologna. (2008). *Insedimenti industriali e sostenibilità: APEA - Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate. Linee guida*. Bologna.
- Provincia di Bologna. (2008). *Linee guida Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate*. Bologna: Provincia di Bologna.
- Putnam, R. (1993). *Making democracy work*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Regione Emilia-Romagna - ERVET. (2015, 9). *Sviluppo di Attività propedeutiche alla realizzazione di un hub biomasse localizzato nel petrolchimico di Ferrara*. Tratto il giorno 12 30, 2015 da http://www.ervet.it/ervet/wp-content/uploads/downloads/2015/10/Rapporto_ERVET_CIRI-CFR-DEF.pdf
- Regione Emilia-Romagna. (2011, 11 30). Tratto da Formazione Lavoro Regione Emilia-Romagna: http://formazionelavoro.regione.emilia-romagna.it/crisi-occupazionale/approfondimenti/allegati-documentazione/Patto_per_la_crescita_2012.pdf
- Regione Emilia-Romagna. (2015, Ottobre 5). *LEGGE REGIONALE 5 OTTOBRE 2015, N.16*. Tratto il giorno Febbraio 5, 2016 da Sito Web Regione Emilia-Romagna: <http://bur.regione.emilia-romagna.it/dettaglio-inserzione?i=e08c3ac15eeb4fb1902978ea32f39a72>
- Regione Emilia-Romagna. (2014). *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti*. Bologna.
- Renner, G. (1947). Geography of Industrial Localization. *Economic Geography*, 167-189.
- Rete Cartesio. (2013). *Ecodistretti 2012: Politiche ambientali dei distretti e cluster nazionali verso il made green in Italy*.
- Salvini, A. (2005). *L'analisi delle reti sociali: risorse e meccanismi*. Pisa: Pisa University Press.

Soda, G. (1998). *Reti tra imprese: modelli e prospettive per una teoria del coordinamento tra imprese*. Roma: Carocci Editore.

Sustainable Innovation Forum 2015. (s.d.). Tratto il giorno 12 13, 2015 da <http://www.cop21paris.org/>

Symbiosis Institute. (2013). *Kalundborg Symbiosis evolution*. Tratto da Sito Web Symbiosis Institute: <http://www.symbiosis.dk/en/evolution>

Tiezzi, E., & Marchettini, N. (1999). *Che cos'è lo sviluppo sostenibile?* Roma: Donzelli Editore.

Treccani. (2015). *Simbiosi*. Tratto il giorno Febbraio 11, 2016 da Sito Web Treccani: <http://www.treccani.it/enciclopedia/simbiosi/>

Turner, K. R. (1996). *Sustainability: principles and practice*. London: Belhaven Press.

UK Government. (2014). *Environmental management—Waste*. Tratto il giorno Gennaio 18, 2016 da <https://www.gov.uk/environmental-management/waste>

UK Government. (2012). *Waste & Resources Action Programme: Quality Protocol, End of waste criteria for the production and use of quality compost from source-segregated biodegradable waste from landfill*.

UNEP. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. New York: UNEP.

UNESCO. (2001). *Universal Declaration on Cultural Diversity*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNI. (2009, 11 26). *UNI EN ISO 9004:2009*. Tratto il giorno 1 12, 2016 da Sito Web Ente Italiano di Normazione: <http://store.uni.com/magento-1.4.0.1/index.php/uni-en-iso-9004-2009.html>

Unioncamere - Fondazione Symbola. (2011). *Rapporto Greenitaly 2011*. Roma.

Unioncamere - Fondazione Symbola. (2015). *Rapporto Greenitaly 2015*. Roma.

Unioncamere Emilia-Romagna. (2012). *Rapporto sull'innovazione in Emilia-Romagna*. Bologna.

World Bank. (2001). *Understanding and measuring social capital: a synthesis of findings and recommendations from the social capital initiative*. Washington, DC: Social Capital Initiative Working Paper No. 24.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.

World Conservation Union WCU. (1991). *Caring for the Earth*. Gland.

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1: ANDAMENTO DEL PREZZO DEL BARILE DI PETROLIO, IN DOLLARI AMERICANI, NEL PERIODO 1861-2015, IN FUNZIONE DEGLI EVENTI STORICI E DELLE CRISI ENERGETICHE. IMMAGINE RIPRESA DAL REPORT BP “STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY 2015” (BP P.L.C., 2015).....	20
FIGURA 2: ELABORAZIONE REALIZZATA PER SCHEMATIZZARE ALCUNI DEI PRINCIPALI PASSAGGI CHE HANNO PORTATO ALL’ATTUALE DEFINIZIONE DEL CONCETTO DI SVILUPPO SOSTENIBILE	30
FIGURA 3: SINTESI GRAFICA REALIZZATA PER SCHEMATIZZARE LE DIFFERENTI FASI DI ATTENZIONE PREVALENTE RELATIVE ALLE TEORIE DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE E DELLA DECRESCITA, CONSIDERANDO UNICAMENTE GLI ASPETTI LEGATI AL PROCESSO PRODUTTIVO.....	34
FIGURA 4: ELABORAZIONE, REALIZZATA A PARTIRE DALLA DEFINIZIONE DEL RAPPORTO BRUTLAND E DALLA “REGOLA DELLE 3 E: ECOLOGIA, EQUITÀ, ECONOMIA” (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987), RAPPRESENTATIVA DELLE TRE DIMENSIONI SU CUI POGGIA LA SOSTENIBILITÀ DELLO SVILUPPO SECONDO LA DEFINIZIONE DEL 1987	37
FIGURA 5: ELABORAZIONE RAPPRESENTATIVA DELLE QUATTRO DIMENSIONI SU CUI POGGIA LA SOSTENIBILITÀ DELLO SVILUPPO, REALIZZATA A PARTIRE DALLA DEFINIZIONE DELL’UNESCO (UNESCO, 2001), IN CUI ALLA “REGOLA DELLE 3 E: ECOLOGIA, EQUITÀ, ECONOMIA” CITATA IN FIGURA 4, SI AGGIUNGE IL QUARTO PILASTRO ISTITUZIONALE, CHE DOVREBBE GARANTIRE IL RISPETTO DELLE TEMATICHE LEGATE ALLA DIVERSITÀ CULTURALE	38
FIGURA 6: RAPPRESENTAZIONE REALIZZATA PER SCHEMATIZZARE IL MODELLO DI SOSTENIBILITÀ “A CERCHI CONCENTRICI”	41
FIGURA 7: SCHEMATIZZAZIONE REALIZZATA PER SINTETIZZARE LE PRINCIPALI DIFFERENZE TRA I DUE DIFFERENTI APPROCCI ALLA SOSTENIBILITÀ, SOSTENIBILITÀ DEBOLE E SOSTENIBILITÀ FORTE.....	44
FIGURA 8: SCHEMATIZZAZIONE E SINTESI DEI PRINCIPALI OBIETTIVI CONTENUTI NEL TESTO FINALE DELLA COP 21 (SUSTAINABLE INNOVATION FORUM 2015)	47
FIGURA 9: ELABORAZIONE CONTENENTE LA SINTESI DEGLI INVESTIMENTI ANNUI MONDIALI IN GREEN ECONOMY, RIPARTITI PER SETTORE PRODUTTIVO, STIMATI AL 2011, SULLA BASE DEI DATI DEL RAPPORTO “TOWARDS A GREEN ECONOMY” (UNEP, 2011).....	53

FIGURA 10: ELABORAZIONE REALIZZATA SULLA BASE DEI DATI PRESENTI NELLA “RELAZIONE SULLO STATO DELLA GREEN ECONOMY IN ITALIA”, RELATIVA AL NUMERO DI IMPRESE <i>CORE GREEN</i> E <i>GO GREEN</i> IN ITALIA NEL 2015, RIPARTITE PER SETTORE (FONDAZIONE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE, 2015)	54
FIGURA 11: ELABORAZIONE REALIZZATA SULLA BASE DEI DATI CONTENUTI NEL “QUADRO REGIONALE DELLE IMPRESE GREEN”, RELATIVA AL NUMERO DI IMPRESE GREEN IN EMILIA-ROMAGNA NEL 2015, DISTRIBUITE PER SETTORE (OSSERVATORIO GREENER - REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2015).....	56
FIGURA 12: SCHEMATIZZAZIONE E SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DI BIOSFERA E TECNOSFERA A CONFRONTO, SULLA BASE DELLA METAFORA DI AYRES, AL FINE DI ILLUSTRARE LA DISCIPLINA DELL’ECOLOGIA INDUSTRIALE (AYRES, INDUSTRIAL METABOLISM, 1989).....	59
FIGURA 13: SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEI CINQUE “STRUMENTI” DELL’ECOLOGIA INDUSTRIALE E DELLA LORO RELAZIONE CON GLI UNDICI PRINCIPI DI ALLENBY (PASSARINI, ET AL., 2011).....	62
FIGURA 14: SCHEMATIZZAZIONE DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE DI ECODESIGN, FINALIZZATE AL MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI AMBIENTALI DI SINGOLI ASPETTI DEL CICLO DI VITA DEI PRODOTTI.....	64
FIGURA 15: RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEI MODELLI E DEGLI STRUMENTI DESCRITTI ALL’INTERNO DI QUESTO CAPITOLO	70
FIGURA 16: MODELLO ECONOMICO LINEARE, BASATO SULL’IPOTESI DI DISPONIBILITÀ DI RISORSE INFINITE E DI POSSIBILITÀ INFINITE DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DALLE TEORIE DI FRIEDMAN E DI PORTER.....	74
FIGURA 17: ANDAMENTO STIMATO DELL’ESTRAZIONE GLOBALE DI RISORSE NATURALI NEL PERIODO 1980 – 2020, IN VALORE ASSOLUTO, VALORE PERCENTUALE E VALOR MEDIO PRO CAPITE.....	75
FIGURA 18: VARIAZIONE DEL PREZZO DELLE RISORSE NEL PERIODO 1900 – 2013, CALCOLATO SULLA BASE DEL “MCKINSEY COMMODITY PRICE INDEX”. IMMAGINE TRATTA DAL REPORT “RESOURCE REVOLUTION: TRACKING GLOBAL COMMODITY MARKETS” (MCKINSEY&COMPANY, 2013)	76
FIGURA 19: SCHEMATIZZAZIONE DEI CONTRIBUTI FORNITI DALLE DIFFERENTI DISCIPLINE ALLA DEFINIZIONE DELL’ATTUALE MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE. SONO RIPORTATI ANCHE GLI ANNI (INDICATIVI) IN CORRISPONDENZA DEI QUALI QUESTE TEORIE SONO STATE SVILUPPATE.....	82

FIGURA 20: SCHEMA SINTETICO DEL MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DAI DATI E DALLE DEFINIZIONI DELLA ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.....	84
FIGURA 21: SCHEMA RAPPRESENTATIVO DEL CICLO IDEALE CHE CARATTERIZZA IL MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DALLA DEFINIZIONE DELLA COMMISSIONE EUROPEA E DELLA ELLEN MACARTHUR FOUNDATION	86
FIGURA 22: SCHEMA RAPPRESENTATIVO DEL CICLO CHE CARATTERIZZA IL MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE, IN CUI È STATA CONSIDERATA LA CRITICITÀ CONNESSA AI PROCESSI DI RECUPERO.....	88
FIGURA 23: SCHEMA RAPPRESENTATIVO DEL CICLO CHE CARATTERIZZA IL MODELLO REALE DI ECONOMIA CIRCOLARE, IN CUI SONO STATE CONSIDERATE LE “FORZE CENTRIFUGHE” CHE DETERMINANO PERDITE DI EFFICIENZA (DI PESO DIFFERENTE) NELLE VARIE FASI DEL PROCESSO PRODUTTIVO.....	89
FIGURA 24: RAPPRESENTAZIONE DEL MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE IN CUI I CICLI SI ACCORCIANO.....	93
FIGURA 25: RAPPRESENTAZIONE DEL MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE A CICLI MULTIPLI	94
FIGURA 26: RAPPRESENTAZIONE DEL MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE CON CICLI IN CASCATA	95
FIGURA 27: QUADRO RIASSUNTIVO DEI PRINCIPALI DOCUMENTI UFFICIALI E DELLE INIZIATIVE DELLA COMUNITÀ EUROPEA IN MATERIA DI AMBIENTE, SOSTENIBILITÀ, EFFICIENZA D’USO DELLE RISORSE ED ECONOMIA CIRCOLARE. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DALL’ANALISI DEI DOCUMENTI PRESENTI SUL SITO UFFICIALE DELLA COMUNITÀ EUROPEA.....	96
FIGURA 28: SCHEMATIZZAZIONE DELLE INIZIATIVE E MISURE UE IN MATERIA DI ECONOMIA CIRCOLARE DA CUI HA TRATTO ORIGINE IL NUOVO PACCHETTO SULL’ECONOMIA CIRCOLARE	100
FIGURA 29: RIEPILOGO DEI PRINCIPALI PARAMETRI (OBIETTIVI E RICADUTE AL 2030) CONNESSI ALL’APPLICAZIONE DEL NUOVO PACCHETTO SULL’ECONOMIA CIRCOLARE. ELABORAZIONE REALIZZATA SULLA BASE DEI DATI UE.....	105
FIGURA 30: RIEPILOGO DEI PRINCIPALI PARAMETRI (OBIETTIVI E DOTAZIONI AL 2020) PREVISTI DALLA LEGGE REGIONALE SULL’ECONOMIA CIRCOLARE, L.R. 16/2015. ELABORAZIONE REALIZZATA SULLA BASE DEI DATI COMUNICATI DALLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA	108

FIGURA 31: LA SIMBIOSI INDUSTRIALE TRA GLI STRUMENTI CHE CONCORRONO ALLA REALIZZAZIONE PRATICA DELL'ECONOMIA CIRCOLARE. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DAI DATI CONTENUTI NELLA COMUNICAZIONE COM(2014) 398 FINAL/2, "VERSO UN'ECONOMIA CIRCOLARE: PROGRAMMA PER UN'EUROPA A ZERO RIFIUTI" (COMMISSIONE EUROPEA, 2014).....	111
FIGURA 32: RIEPILOGO DEGLI ELEMENTI PECULIARI CHE CARATTERIZZANO I NETWORK DI SIMBIOSI INDUSTRIALE, RIPARTITI TRA <i>HARD FEATURES</i> (ELEMENTI BASE) E <i>SOFT FEATURES</i> (ELEMENTI TRASVERSALI).	117
FIGURA 33: CONDIZIONI AL CONTERNO PER LA REALIZZAZIONE E IL MANTENIMENTO DI PROCESSI E MODELLI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE	118
FIGURA 34: LA SCHEMATIZZAZIONE DELL'EVOLUZIONE, DAL 1961 AL 2010, DELLE SINERGIE DI SIMBIOSI REALIZZATE A KALUNDBORG. IMMAGINE TRATTA DAL SITO INTERNET DEL SYMBIOSIS INSTITUTE (SYMBIOSIS INSTITUTE, 2013)	124
FIGURA 35: SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE SINERGIE CHE ATTUALMENTE COSTITUISCONO IL NETWORK DI SIMBIOSI A KALUNDBORG, TRATTO DAL SITO DELLA ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015)	125
FIGURA 36: PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI SIMBIOSI DI KALUNDBORG. ELABORAZIONE REALIZZATA DA DATI DI LETTERATURA	127
FIGURA 37: PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI SIMBIOSI DEL NISP. ELABORAZIONE REALIZZATA DA DATI DI LETTERATURA	130
FIGURA 38: SCHEMA CONCETTUALE DELLA PIATTAFORMA DI SIMBIOSI INDUSTRIALE DEL PROGETTO ECO-INNOVAZIONE SICILIA. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DAI DATI ENEA (ENEA, 2012).....	131
FIGURA 39: PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI SIMBIOSI DEI PARCHI ECO-INDUSTRIALI. ELABORAZIONE REALIZZATA DA DATI DI LETTERATURA	134
FIGURA 40: PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI SIMBIOSI DELLE AREE PRODUTTIVE ECOLOGICAMENTE ATTREZZATE. ELABORAZIONE REALIZZATA DA DATI DI LETTERATURA	136
FIGURA 41: DISTRIBUZIONE PER SETTORE (NUMERO TOTALE) DELLE IMPRESE GREEN IN EMILIA-ROMAGNA. ELABORAZIONE REALIZZATA SULLA BASE DEI DATI DEL RAPPORTO "IMPRESE E GREEN ECONOMY" (OSSERVATORIO GREENER - REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2015).....	139
FIGURA 42: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL MACRO – OBIETTIVO DELL'ATTIVITÀ PILOTA SPERIMENTALE REALIZZATA IN EMILIA-ROMAGNA: EVOLUZIONE DELL'APPROCCIO	

CONVENZIONALE AI PROCESSI PRODUTTIVI E ALLE FILIERE, VERSO UN APPROCCIO CICLICO DI SIMBIOSI INDUSTRIALE	142
FIGURA 43: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE FASI IN CUI È STATA SUDDIVISA L'ANALISI PRELIMINARE, E DEI FATTORI ANALIZZATI AI FINI DELLA VALUTAZIONE DI "DISPONIBILITÀ" E "SOLIDITÀ" DELLA FILIERA SELEZIONATA PER IL PROGETTO PILOTA (VALORIZZAZIONE DI BIOMASSE RESIDUALI)	145
FIGURA 44: SINTESI DELLA DISPONIBILITÀ COMPLESSIVA ANNUA DI BIOMASSA (SOSTANZA SECCA) SUDDIVISA PER PROVINCIA, IN EMILIA-ROMAGNA. ELABORAZIONE REALIZZATA SULLA BASE DEI DATI PRESENTI NEL RAPPORTO "DISPONIBILITÀ DI BIOMASSE DA SOTTOPRODOTTI E RESIDUI E DA COLTURE ENERGETICHE IN EMILIA-ROMAGNA. STIMA DELLA RELATIVA POTENZIALITÀ ENERGETICA" (CONSORZIO LEAP, 2011)	147
FIGURA 45: PREVISIONE DELL'ANDAMENTO DELLA PRODUZIONE GLOBALE ANNUA DEI MATERIALI BIOPLASTICI, IN MTON, DAL 2012 AL 2018. ELABORAZIONE REALIZZATA SULLA BASE DEI DATI CONTENUTI ALL'INTERNO DEL REPORT "BIOPLASTICS: FACTS AND FIGURES" (EUROPEAN BIOPLASTIC ASSOCIATION, 2013)	151
FIGURA 46: RIEPILOGO DEI VALORI QUALITATIVI ASSOCIATI AI PARAMETRI "DISPONIBILITÀ" E "SOLIDITÀ", UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE DEI SEGMENTI DELLA FILIERA DI VALORIZZAZIONE DEI SOTTOPRODOTTI AGROINDUSTRIALI.....	156
FIGURA 47: RIEPILOGO GRAFICO DELL'ANALISI SWOT RELATIVA ALLA FILIERA DELLA VALORIZZAZIONE DEI SOTTOPRODOTTI AGROINDUSTRIALI E AL PROGETTO DI CHIUSURA DEI CICLI PRODUTTIVI A ESSI CONNESSI, REALIZZATA NEL CORSO DELLA FASE PRELIMINARE DI IMPOSTAZIONE DELL'ATTIVITÀ PILOTA	159
FIGURA 48: SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL PROCESSO E DEI FATTORI CHE HANNO PORTATO ALLA SCELTA DEL MODELLO A "RETE DI SIMBIOSI INDUSTRIALE" PER L'APPLICAZIONE PILOTA SPERIMENTALE REALIZZATA IN EMILIA-ROMAGNA	160
FIGURA 49: ELENCO DELLE IMPRESE AFFERENTI AL SEGMENTO UPSTREAM PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE PILOTA	161
FIGURA 50: ELENCO DELLE IMPRESE DI TRASFORMAZIONE PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE PILOTA	162
FIGURA 51: ELENCO DEI LABORATORI E DEI CENTRI DI RICERCA DELLA RETE ALTA TECNOLOGIA DELL'EMILIA-ROMAGNA PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE PILOTA.....	163
FIGURA 52: ELENCO IMPRESE AFFERENTI AL SEGMENTO DOWNSTREAM PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE PILOTA	163

FIGURA 53: ELENCO DEGLI ENTI E DELLE ISTITUZIONI PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE PILOTA	165
FIGURA 54: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE MACRO-FASI E DELL'EVOLUZIONE TEMPORALE DELL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE PILOTA DI SIMBIOSI INDUSTRIALE REALIZZATA IN EMILIA-ROMAGNA	166
FIGURA 55: RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL PROCESSO DI FOCALIZZAZIONE DEI PARTECIPANTI ATTRAVERSO LE FASI DELL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE PILOTA, VERSO LA DEFINIZIONE DEI PERCORSI DI SIMBIOSI	168
FIGURA 56: SCHEDA ANAGRAFICA PER LA RACCOLTA DEI DATI DELLE AZIENDE PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE, ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB	171
FIGURA 57: SCHEDA RELATIVA AI DATI DI "INPUT" CONSEGNATA ALLE AZIENDE PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE, ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB	171
FIGURA 58: SCHEDA RELATIVA AI DATI DI "OUTPUT" CONSEGNATA ALLE AZIENDE PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE, ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB	172
FIGURA 59: PARTECIPANTI AL FOCUS GROUP (AZIENDE, LABORATORI, ENTI E ISTITUZIONI)	178
FIGURA 60: SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DELLA COMPOSIZIONE DEL TAVOLO DI LAVORO DEL FOCUS GROUP, COORDINATO IN COLLABORAZIONE CON ENEA E UNIONCAMERE. AL TAVOLO AFFERISCONO AZIENDE, LABORATORI / CENTRI DI RICERCA, ENTI E ISTITUZIONI.....	178
FIGURA 61: RIEPILOGO DELLE RISPOSTE DATE DA PARTE DELLE AZIENDE PARTECIPANTI IN TERMINI DI COMPILAZIONE DELLE SCHEDE DI INPUT E OUTPUT.....	182
FIGURA 62: ESEMPIO DI SCHEDA DI RIEPILOGO (ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB E RELATIVA ALL'AZIENDA A01) DEI DATI DI INPUT RICHIESTI ALLE AZIENDE	183
FIGURA 63: SCHEDA ARCO <ORIGINE, DESTINAZIONE> DI TIPO <OUTPUT, INPUT>, ELABORATA A PARTIRE DALL'ESPERIENZA DI SIMBIOSI CONDOTTA DA ENEA UTTAMB IN SICILIA (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015)	185
FIGURA 64: SCHEDA ARCO <ORIGINE, DESTINAZIONE> DI TIPO < INPUT, OUTPUT>, ELABORATA A PARTIRE DALL'ESPERIENZA DI SIMBIOSI CONDOTTA DA ENEA UTTAMB	

IN SICILIA (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR”, 2015).....	185
FIGURA 65: LABORATORI CHE HANNO FORNITO LE INFORMAZIONI RICHIESTE.....	187
FIGURA 66: ESEMPIO DI SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE SINERGIE INDIVIDUATE, RELATIVA ALL’AZIENDA A01, ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB	191
FIGURA 67: RIEPILOGO DEI FLUSSI DI OUTPUT E DELLE POSSIBILI DESTINAZIONI PER L’AZIENDA A01. SCHEDA ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB..	193
FIGURA 68: RIEPILOGO DEI FLUSSI DI OUTPUT E DELLE POSSIBILI DESTINAZIONI PER L’AZIENDA A02. SCHEDA ELABORATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB..	194
FIGURA 69 (DA 6 PAGG. PRECEDENTI): RIEPILOGO DEI FLUSSI DI OUTPUT E DELLE POSSIBILI DESTINAZIONI PER L’AZIENDA A03. SCHEDA REALIZZATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB	201
FIGURA 70: RIEPILOGO DEI FLUSSI DI OUTPUT E DELLE POSSIBILI DESTINAZIONI PER L’AZIENDA A05. SCHEDA REALIZZATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA UTTAMB .	202
FIGURA 71: RIEPILOGO DEI FLUSSI PRINCIPALI INDIVIDUATI E DEI RELATIVI “SOTTO-FLUSSI”, INDIVIDUATI IN SEGUITO ALLA RACCOLTA DATI DALLE AZIENDE, CON LA COLLABORAZIONE DEI LABORATORI E IL COORDINAMENTO DI ENEA E ASTER.....	205
FIGURA 72: SCHEMA GENERALE DEI FLUSSI DI SIMBIOSI INDIVIDUATI SULLA BASE DEI DATI FORNITI DALLE AZIENDE E DAI LABORATORI, PRIMA DELL’ESERCIZIO DI SIMBIOSI. ELABORAZIONE DI ENEA CON IL SUPPORTO DI ASTER (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR”, 2015).....	208
FIGURA 73: SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE SINERGIE INDIVIDUATE SULLA BASE DEI CODICI ATECO. ELABORAZIONE REALIZZATA IN COLLABORAZIONE CON ENEA (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR”, 2015).....	209
FIGURA 74: SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE SINERGIE PROPOSTE ALL’AZIENDA A01, SULLA BASE DEGLI OUTPUT MESSI A DISPOSIZIONE, DEFINITI COME INPUT NELLE AZIENDE A04, A05, A07, A08 E A10. ELABORAZIONE ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR”, 2015).....	211

FIGURA 75: SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE SINERGIE PROPOSTE ALL'AZIENDA A02, SULLA BASE DEGLI OUTPUT MESSI A DISPOSIZIONE, DEFINITI COME INPUT NELLE AZIENDE A04 E A07. ELABORAZIONE ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015).....	212
FIGURA 76: SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE SINERGIE PROPOSTE ALL'AZIENDA A03, SULLA BASE DEGLI OUTPUT MESSI A DISPOSIZIONE, DEFINITI COME INPUT NELLE AZIENDE A04, A05, A07 E A08. ELABORAZIONE ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015).....	213
FIGURA 77: SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE SINERGIE PROPOSTE ALL'AZIENDA A05, SULLA BASE DEGLI OUTPUT MESSI A DISPOSIZIONE, DEFINITI COME INPUT NELLE AZIENDE A02 E A09. ELABORAZIONE ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015).....	214
FIGURA 78: SCHEMA RIASSUNTIVO DI OUTPUT PER I QUALI SONO STATE PROPOSTE DIVERSE DESTINAZIONI POSSIBILI. ELABORAZIONE ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015).....	215
FIGURA 79: ELABORAZIONE GRAFICA UTILIZZATA PER PRESENTARE AI PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE IL PASSAGGIO A DIFFERENTI APPROCCI PRODUTTIVI, DA "SISTEMA TRADIZIONALE" (LINEARE) A "SISTEMA CIRCOLARE"	216
FIGURA 80: PARTECIPANTI ALL'ESERCIZIO DI SIMBIOSI INDUSTRIALE	218
FIGURA 81: SCHEMA DEI POSSIBILI PERCORSI DI SIMBIOSI PROPOSTI ALL'AZIENDA A01, CON LE RELATIVE DESTINAZIONI. ELABORAZIONE ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015).....	219
FIGURA 82: GEOREFERENZIAZIONE DELLE AZIENDE PARTECIPANTI (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015).....	221

FIGURA 83: GEOREFERENZIAZIONE DELL'AZIENDA A01 E DEI RELATIVI FLUSSI, CON INDICAZIONE DELLE AZIENDE DI DESTINAZIONE O DEI SETTORI PRODUTTIVI GENERICI DI POTENZIALE UTILIZZO, DEFINITI DAI CODICI ATECO (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & IACONDINI, INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN EMILIA-ROMAGNA REGION: RESULTS FROM A FIRST APPLICATION IN THE AGROINDUSTRY SECTOR", 2015).....	221
FIGURA 84: RACCOLTA DELLE RISPOSTE DELLE AZIENDE A04, A05, A07, A08 E A10 AD ACCETTARE I FLUSSI DI SOTTOPRODOTTI MESSI A DISPOSIZIONE DALL'AZIENDA A01. SCHEDA ELABORATA DA ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER	225
FIGURA 85: RACCOLTA DELLE RISPOSTE DELLE AZIENDE A04 E A07 AD ACCETTARE I FLUSSI DI SOTTOPRODOTTI MESSI A DISPOSIZIONE DALL'AZIENDA A02. SCHEDA ELABORATA DA ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER	225
FIGURA 86: RACCOLTA DELLE RISPOSTE DELLE AZIENDE A04, A05, A07 E A08 AD ACCETTARE I FLUSSI DI SOTTOPRODOTTI MESSI A DISPOSIZIONE DALL'AZIENDA A03. SCHEDA ELABORATA DA ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER	227
FIGURA 87: RACCOLTA DELLE RISPOSTE DELLE AZIENDE A02 E A09 AD ACCETTARE I FLUSSI DI SOTTOPRODOTTI MESSI A DISPOSIZIONE DALL'AZIENDA A05. SCHEDA ELABORATA DA ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER	228
FIGURA 88: RIEPILOGO DELLE SINERGIE PROPOSTE ALLE AZIENDE E RELATIVE RISPOSTE SCHEDA ELABORATA DA ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER	229
FIGURA 89: INTEGRAZIONE DI SINERGIE PROPOSTE ALL'AZIENDA A07 A PARTIRE DAGLI OUTPUT DI A01, A03 E A05 IN SEGUITO AL GIRO DI TAVOLO DELL'ESERCIZIO DI SIMBIOSI. SCHEDA ELABORATA DA ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER.....	230
FIGURA 90: INTEGRAZIONE DI SINERGIE PROPOSTE ALL'AZIENDA A10 A PARTIRE DAGLI OUTPUT DI A01 E A02 IN SEGUITO AL GIRO DI TAVOLO DELL'ESERCIZIO DI SIMBIOSI. SCHEDA ELABORATA DA ENEA CON LA COLLABORAZIONE DI ASTER	230
FIGURA 91: ELABORAZIONE E RIEPILOGO DELLE SOLUZIONI DI VALORIZZAZIONE PROPOSTE DAI LABORATORI CIPACK E SITEIA.PARMA	232
FIGURA 92: RIEPILOGO DELLE SINERGIE INDIVIDUATE NEL CORSO DELL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE	234
FIGURA 93: INFOGRAFICA, RAPPRESENTATIVA DELLE FASI DELL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE DI SIMBIOSI, PRESENTATA NEL CORSO DEL CONVEGNO DI DIFFUSIONE DEI RISULTATI	235
FIGURA 94: RILEVANZA, IN TERMINI QUALI-QUANTITATIVI, DI CIASCUNA MISURA PER LA RIDUZIONE DELLA PRODUZIONE DI RIFIUTI SPECIALI. LA SIMBIOSI INDUSTRIALE SI COLLOCA ALL'INTERNO DELLE VOCI "PROGETTAZIONE SOSTENIBILE" E "RIUSO".	

IMMAGINE TRATTA DAL PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2014).....	238
FIGURA 95: CONTRIBUTI DELLE MISURE ALLA PREVENZIONE DELLA PRODUZIONE DEI RIFIUTI, IMMAGINE TRATTA DAL PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2014). LA SIMBIOSI INDUSTRIALE SI COLLOCA ALL'INTERNO DELLE VOCI "PROGETTAZIONE SOSTENIBILE" E "RIUSO".....	238
FIGURA 96: RIEPILOGO DELLA PARTECIPAZIONE DELLE AZIENDE ALLE DIFFERENTI FASI DELL'ATTIVITÀ PILOTA DI SIMBIOSI.....	239
FIGURA 97: RIEPILOGO DELLA PARTECIPAZIONE DEI LABORATORI ALLE DIFFERENTI FASI DELL'ATTIVITÀ PILOTA DI SIMBIOSI.....	240
FIGURA 98: RIEPILOGO DELLA PARTECIPAZIONE DEGLI ENTI E DELLE ISTITUZIONI ALLE DIFFERENTI FASI DELL'ATTIVITÀ PILOTA DI SIMBIOSI	240
FIGURA 99: PERCORSO DI SIMBIOSI 1 – PRODUZIONE DI SOSTANZE NUTRACEUTICHE DA SCARTI DELL'INDUSTRIA AGROALIMENTARE (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, GREEN - INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROJECT - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA ROMAGNA REGION, IN PRESS)	243
FIGURA 100: PERCORSO DI SIMBIOSI 2 – PRODUZIONE DI ENERGIA DA SCARTI DELL'INDUSTRIA AGROALIMENTARE(CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, GREEN - INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROJECT - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA ROMAGNA REGION, IN PRESS)	243
FIGURA 101: PERCORSO DI SIMBIOSI 3 – PRODUZIONE DI BIOPOLIMERI DA SCARTI DELL'INDUSTRIA AGROALIMENTARE(CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, GREEN - INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROJECT - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA ROMAGNA REGION, IN PRESS)	244
FIGURA 102: ESEMPIO DI LAYOUT E TABELLA RIASSUNTIVA INCLUSA NELLA PARTE INIZIALE DEI MANUALI OPERATIVI (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, GREEN - INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROJECT - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA ROMAGNA REGION, IN PRESS)	245
FIGURA 103: LEGENDA RELATIVA A LAYOUT E TABELLA GENERICI.....	246
FIGURA 104: SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA UTILIZZATA ALL'INTERNO DEI MANUALI OPERATIVI PER RAPPRESENTARE GLI ASPETTI OSTACOLANTI, DA APPROFONDIRE E NON OSTACOLANTI.....	247
FIGURA 105: LAYOUT E TABELLA RELATIVI AL MANUALE OPERATIVO PER LA PRODUZIONE DI SOSTANZE NUTRACEUTICHE DA SCARTI DELL'INDUSTRIA AGROALIMENTARE (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, GREEN - INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROJECT -	

II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA ROMAGNA REGION, IN PRESS)	251
FIGURA 106 (DA PAG. 248): LAYOUT E TABELLA RELATIVI AL MANUALE OPERATIVO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA SCARTI DELL'INDUSTRIA AGROALIMENTARE.....	256
FIGURA 107: LAYOUT E TABELLA RELATIVI AL MANUALE OPERATIVO PER LA PRODUZIONE DI BIOPOLIMERI DA SCARTI DELL'INDUSTRIA AGROALIMENTARE (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, GREEN - INDUSTRIAL SYMBIOSIS PROJECT - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA ROMAGNA REGION, IN PRESS).....	259
FIGURA 108: ANALISI SWOT DELL'ATTIVITÀ PILOTA SPERIMENTALE DI SIMBIOSI INDUSTRIALE, REALIZZATA A POSTERIORI DELLA CONCLUSIONE.....	267
FIGURA 109: PANORAMA GENERALE (CONTESTO NORMATIVO, STRATEGIE E OPPORTUNITÀ DI FINANZIAMENTO) RELATIVO ALLA SIMBIOSI INDUSTRIALE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALL'EMILIA-ROMAGNA(IACONDINI, MENCHERINI, PASSARINI, VASSURA, FANELLI, & CIBOTTI, FEASIBILITY OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN ITALY AS AN OPPORTUNITY FOR ECONOMIC DEVELOPMENT: CRITICAL SUCCESS FACTOR ANALYSIS, IMPACT AND CONSTRAINTS OF THE SPECIFIC ITALIAN REGULATIONS, 2015)	271
FIGURA 110: I PROGETTI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE ED ECONOMIA CIRCOLARE REALIZZATI IN EMILIA-ROMAGNA (FINANZIATI A DIVERSO LIVELLO), PRESI IN CONSIDERAZIONE PER L'ANALISI DEI FATTORI CRITICI (IACONDINI, MENCHERINI, PASSARINI, VASSURA, FANELLI, & CIBOTTI, FEASIBILITY OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN ITALY AS AN OPPORTUNITY FOR ECONOMIC DEVELOPMENT: CRITICAL SUCCESS FACTOR ANALYSIS, IMPACT AND CONSTRAINTS OF THE SPECIFIC ITALIAN REGULATIONS, 2015)	273
FIGURA 111: RIEPILOGO DELLE PRINCIPALI CRITICITÀ INDIVIDUATE NELL'APPLICAZIONE DI PROCESSI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE E DI VALORIZZAZIONE DEI SOTTOPRODOTTI, CLASSIFICATE IN BASE AL "LIVELLO DI CRITICITÀ"	279
FIGURA 112: RIEPILOGO DELL'ANALISI SWOT CONDOTTA PER IDENTIFICARE I FATTORI CHE INFLUENZANO LA REPLICABILITÀ DEI PROCESSI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE, REALIZZATA A PARTIRE DAI DATI RACCOLTI NELLE PRECEDENTI ESPERIENZE ITALIANE (IACONDINI, MENCHERINI, MORSELLI, PASSARINI, & VASSURA, 2014)	286
FIGURA 113: "SCHEDA DI COESIONE", PRIMA PARTE DEL QUESTIONARIO ELABORATO IN COLLABORAZIONE CON ENEA E CON L'UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA E SOTTOPOSTO ALLE AZIENDE PARTECIPANTI ALL'ATTIVITÀ PILOTA SPERIMENTALE DI SIMBIOSI INDUSTRIALE.	289

FIGURA 114 (DA PAG. PRECEDENTE): “LA SIMBIOSI INDUSTRIALE TRA OPPORTUNITÀ E OSTACOLI”, SECONDA PARTE DEL QUESTIONARIO ELABORATO IN COLLABORAZIONE CON ENEA E CON L’UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA E SOTTOPOSTO ALLE AZIENDE PARTECIPANTI ALL’ATTIVITÀ PILOTA SPERIMENTALE DI SIMBIOSI INDUSTRIALE..... 291

FIGURA 115: SINTESI E SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DELLE RELAZIONI PRE-ESISTENTI TRA IMPRESE E LABORATORI PARTECIPANTI ALL’ATTIVITÀ PILOTA SPERIMENTALE DI SIMBIOSI INDUSTRIALE. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DAI DATI PRESENTATI NELL’ARTICOLO “PROJECT GREEN SYMBIOSIS 2014 - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA-ROMAGNA REGION” (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, PROJECT GREEN SYMBIOSIS 2014 - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA-ROMAGNA REGION, 2015) 294

FIGURA 116: SINTESI E SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DELLE RELAZIONI ESISTENTI TRA IMPRESE E LABORATORI PARTECIPANTI ALL’ATTIVITÀ PILOTA SPERIMENTALE DI SIMBIOSI INDUSTRIALE, A POSTERIORI DELL’ATTIVITÀ. LE NUOVE RELAZIONI (+66%), SVILUPPATE IN SEGUITO ALLA PARTECIPAZIONE AL PROGETTO, SONO IDENTIFICATE DALLE FRECCE ROSSE. ELABORAZIONE REALIZZATA A PARTIRE DAI DATI PRESENTATI NELL’ARTICOLO “PROJECT GREEN SYMBIOSIS 2014 - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA-ROMAGNA REGION” (CUTAIA, SCAGLIARINO, MENCHERINI, & LA MONICA, PROJECT GREEN SYMBIOSIS 2014 - II PHASE. RESULTS FROM AN INDUSTRIAL SYMBIOSIS PILOT PROJECT IN EMILIA-ROMAGNA REGION, 2015) 295

*“..like soldiers in the winter’s night
with a vow to defend
no retreat, believe me, no surrender...”*
(B.S.)

